

Alexandre Campos Moraes Amato

Características da artéria de Adamkiewicz: comparação entre indivíduos
com e sem aortopatia

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo para obtenção do título
de Doutor em Medicina
Programa de Cirurgia Torácica e Cardiovascular
Orientador: Prof. Dr. Noedir Antônio Groppo Stolf

São Paulo

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Amato, Alexandre Campos Moraes

Características da artéria de Adamkiewicz: comparação entre indivíduos com e sem aortopatia / Alexandre Campos Moraes Amato. -- São Paulo, 2014.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Programa de Cirurgia Torácica e Cardiovascular.

Orientador: Noedir Antonio Groppo Stolf

Descritores: 1.Doenças vasculares de medula espinal 2.Aterosclerose
3.Interpretação de imagem assistida por computador 4.Anatomia 5.Isquemia do
cordão espinal 6.Tomografia computadorizada por raios X 7.Doenças da aorta

USP/FM/DBD-315/14

DEDICATÓRIA

Ao meu avô, Irany.

Aos meus pais, Marisa e Salvador.

Aos meus irmãos, Marcelo e Fernando.

À minha esposa, Juliana.

Aos meus filhos, Guilherme e Sofia.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Noedir Antônio Groppo Stolf, pelo exemplo, dedicação, paciência e orientação na execução desta tese. Muito além do papel de orientador, sempre me tratou e aconselhou com a calma de um verdadeiro amigo, sempre disposto a ajudar-me. Exemplo de cirurgião, administrador e homem, justo e honesto; depositou em mim a confiança que precisava para seguir com o trabalho; nunca esquecerei nossas reuniões desde a idealização até a culminação deste projeto. Muito obrigado.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. José Rodrigues Parga Filho, pela ajuda e afincos na definição do protocolo a ser seguido.

Ao Prof. Dr. Luis Claudio Lucarelli, pelo suporte na utilização do equipamento do centro de diagnóstico por imagem.

Ao meu avô, Prof. Dr. Irany Novah Moraes, que infelizmente não verá esta realização, mas é, sem sombras de dúvidas, o principal responsável, tendo plantado as sementes da pesquisa e da ciência nos primórdios de minha infância. Meu paradigma de ética, competência e devoção.

Ao Prof. Roberto Chiesa, que me acolheu em seu serviço em Milão, permitiu atuar como médico assistente e abriu as portas para o mundo acadêmico internacional. Exímio cirurgião, líder e cientista. Depositou a confiança que precisava, no momento certo.

Ao Prof. Germano Melissano, que pacientemente me ensinou os meandros de uma publicação internacional. Ética ilibada, trabalhador e persistente. Foi o primeiro a abordar o assunto desta tese e, com certeza, fonte inspiradora para este trabalho.

Ao meu pai, Prof. Dr. Salvador Amato, obrigado por me incentivar e apoiar. Com sua ética e técnica, ensinou-me os meandros da arte da cirurgia vascular. Mostrou-me que a medicina é muito mais que uma ciência. A cirurgia é uma arte a ser lapidada.

À minha mãe, Prof. Dra. Marisa Amato, que, com sua determinação, ensinou-me a lutar pelos meus ideais com afinco, ética e persistência, aplaudindo e me apoiando em todos os aspectos de minha vida. Obrigado pelas incontáveis revisões e discussões sobre meu trabalho. Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes.

Ao meu irmão, Dr. Marcelo Amato, companheiro de trabalho, obrigado por estar ao meu lado, compreender minha ausência e auxiliar com seus comentários sempre pertinentes.

Ao meu irmão, Dr. Fernando Amato, companheiro de trabalho, obrigado por estar ao meu lado. Espero poder dar o mesmo apoio que me foi dado.

Aos meus filhos, Guilherme e Sofia, que se privaram de mim, mas que, no final, são a razão de tudo isso.

Aos funcionários do setor de radiologia do InCor, sempre se desdobrando para ajudar neste projeto.

Se consegui absorver pelo menos em parte os ensinamentos e exemplos destes, não serei apenas um melhor profissional, mas uma pessoa melhor, e quiçá mais feliz.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original.”

Holmes Oliver Wendell

NORMALIZAÇÃO ADOTADA

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors (Vancouver)*

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Júlia da A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA

AGRADECIMENTOS

NORMALIZAÇÃO ADOTADA

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LISTA DE SÍMBOLOS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

RESUMO

ABSTRACT

1	Introdução	1
2	Revisão da literatura	6
2.1	Anatomia	7
2.1.1	<i>Vias colaterais</i>	12
2.2	Método de aquisição de imagem	16
2.3	Método de pós-processamento de imagens	18
2.4	Influência na isquemia medular pós-operatória	18
3	Objetivos	21
3.1	Objetivo primário	21
3.2	Objetivo secundário.....	21
4	Casuística e Método.....	23
4.1	Casuística.....	23
4.1.1	<i>Critérios de inclusão e exclusão</i>	24
4.2	Preparo do paciente	25
4.3	Método	25
4.3.1	<i>Determinação do tamanho amostral</i>	25
4.3.2	<i>Projeto piloto</i>	26

4.3.3	<i>Desenho do estudo</i>	27
4.3.4	<i>Padronização da avaliação dos dados</i>	29
4.3.5	<i>Dados sociodemográficos</i>	30
4.3.6	<i>Dados clínicos</i>	30
4.3.7	<i>Dados angiotomográficos</i>	32
4.3.8	<i>Critérios de identificação de artéria em espaço medular</i>	35
4.3.9	<i>Grupos analisados</i>	38
4.3.10	<i>Análise estatística</i>	38
4.3.11	<i>Questões éticas</i>	40
5	Resultados	42
5.1	Características da casuística	42
5.2	Características angiotomográficas da irrigação medular	52
5.3	Distribuição da identificação	53
6	Discussão	57
6.1	Considerações relacionadas ao protocolo de estudo	61
6.1.1	<i>Escolha do método de imagem</i>	61
6.1.2	<i>Definição do protocolo de imagem</i>	63
6.1.3	<i>Particularidades da angiotomografia</i>	63
6.2	Considerações relacionadas aos resultados	63
6.2.1	<i>Aspectos relevantes de seleção dos grupos</i>	63
6.2.2	<i>Aspectos clínicos relevantes</i>	64
6.2.3	<i>Distribuição anatômica</i>	65
6.2.4	<i>Uso da angiotomografia de rotina</i>	67
6.3	Limitações	67
6.4	Implicações para a prática clínica atual	68
6.5	Perguntas não respondidas	69
7	Conclusões	71
8	ANEXOS	73
9	Referências bibliográficas	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a: artéria

aa: artérias

AAA: aneurisma de aorta abdominal

AFI: alfabeto fonético internacional

AKA: artéria de Adamkiewicz

ASA: artéria espinhal anterior

cm: centímetro(s)

DICOM: *Digital Imaging and Communications in Medicine*

dL: decilitro(s)

DM: diabetes melito

et al.: et ali

FFH: Fisher-Freeman-Halton

h: horas

HAS: Hipertensão arterial sistêmica

HDL-C: Colesterol de lipoproteína de alta densidade

HU: Hounsfield

IC: Intervalo de confiança

IMC: índice de massa corpórea

LDL-C: colesterol de lipoproteína de baixa densidade

log: logaritmo

m: metro(s)

mA: miliampere

mg: miligramas

mGy

MIP: *Maximum Intensity Projection* / Projeção de intensidade máxima

mL: mililitro

mm: milímetro

MPR: *Multiphannar reconstruction* / Reconstrução multiplanar

mSv: milisievert

mSv/(mGy·cm)

n: número de pacientes

OD: *Odds Ratio* / Razão de chances

PAS: Pressão arterial sistólica

PAD: Pressão arterial diastólica

TAA: aneurisma de aorta torácica

TAAA: aneurisma de aorta tóraco-abdominal

TEVAR: reparo endovascular de aneurisma de aorta torácica

TG: Triglicérides

LISTA DE SÍMBOLOS

±	mais ou menos
μm	micrômetro
>	maior que
<	menor que
%	por cento
≥	maior ou igual
≤	menor ou igual
®	marca registrada
™	<i>trade mark sign</i> (símbolo de marca comercial)
©	<i>copyright sign</i> (símbolo de direitos autorais)

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Termos anatômicos encontrados na literatura.	11
Tabela 2 - Identificação da AKA na literatura e presença ou não de aortopatia.....	26
Tabela 3 - Comparação dos dados sociodemográficos e volume de contraste nos grupos estudados	43
Tabela 4 - Frequência dos dados clínicos	45
Tabela 5 - Frequências dos dados clínicos nos pacientes aortopatas (grupo B).....	46
Tabela 6 - Frequências dos dados clínicos nos pacientes em todos os participantes do trabalho	47
Tabela 7 - Modelo de regressão univariada para variável desfecho de AKA não identificável.....	48
Tabela 8 - Identificação angiotomográfica da ASA e AKA	52
Tabela 9 - Distribuição da lateralidade da AKA entre os grupos.	53
Tabela 10 - Principais trabalhos nos quais a AKA foi detectada utilizando a angiotomografia computadorizada	60
Tabela 11 - Avaliação da distribuição da AKA neste trabalho e na literatura	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho esquemático do suprimento sanguíneo da medula espinhal.	9
Figura 2 - Anatomia da irrigação medular arterial, evidenciando a artéria de Adamkiewicz.....	10
Figura 3 - Drenagem venosa medular.....	12
Figura 4 - A aorta é vista emitindo artérias segmentares que cursam ao redor do corpo vertebral para suprir os músculos paraespinhais e, no centro, a artéria espinhal anterior. A imagem evidencia ampla rede anastomótica na irrigação medular.....	14
Figura 5 - Rede de colaterais: artérias subclávias, hipogástricas, intercostais e lombares.....	15
Figura 7 - Fluxograma da seleção e aplicação da metodologia nos pacientes.	29
Figura 8 - Planos oblíquos na reconstrução tridimensional multiplanar necessários para localização da AKA.	33

Figura 9 - Janela do <i>OsiriX</i> . A seta verde evidencia a ASA e a seta vermelha evidencia a AKA. (A) corte sagital. (B) Corte axial. (C) Corte oblíquo/coronal.	34
Figura 10 - Corte oblíquo tridimensional MPR evidenciando a AKA (seta vermelha), em seu típico formato <i>hairpin</i> , e a ASA (seta verde).	36
Figura 11 - (A-C) Cortes oblíquos evidenciando trajeto tridimensional do vaso. (D) Continuidade da AKA (seta vermelha) desde a aorta (seta amarela), a artéria intercostal (seta azul), até a ASA (seta verde) evidenciada em reconstrução multiplanar curva tridimensional, que retifica o trajeto do vaso desde a sua origem na aorta até o espaço intramedular.	37
Figura 12 - Gráfico <i>Odds Ratio plot</i> representando os resultados de análises de regressão logística univariada considerando desfecho binário com evento de interesse a não identificação da AKA (AKA=0).	50
Figura 14 - Identificação angiotomográfica da AKA.	52
Figura 15 - Distribuição da altura da AKA, independentemente da lateralidade.	54
Figura 16 - (A) AKA no espaço medular anterior em corte oblíquo por reconstrução tridimensional multiplanar, em seu formato típico de <i>hairpin</i> da AKA. (B) Grampo de cabelo, <i>hairpin</i>	55
Figura 17 - Formato <i>Coat-hook</i> da veia radicular magna. (A) Corte sagital evidenciando eixo azul do corte oblíquo. (B) Corte oblíquo próximo ao coronal.	62

RESUMO

Amato, ACM. Características da artéria de Adamkiewicz: comparação entre indivíduos com e sem aortopatia. [Tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2014.

Introdução: O presente estudo visa elucidar a apresentação anatômica da vasculatura medular em exame angiotomográfico e suas diferenças entre pacientes aortopatas e não aortopatas na população brasileira.

Objetivos: Determinar as características da artéria de Adamkiewicz (AKA) e artéria espinhal anterior (ASA) por método não invasivo. Secundariamente, determinaremos a distribuição anatômica da AKA na população brasileira e a influência de determinadas aortopatias e comorbidades na identificação da AKA.

Casuística: Cento e quinze angiotomografias elegíveis realizadas no Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo foram avaliadas e separadas entre pacientes aortopatas e não aortopatas. Trinta e dois (52,5%) homens e 29 mulheres

constituíram o grupo não aortopata e 30 (56,6%) homens e 23 mulheres constituíram o grupo de aortopatas.

Método: Análise prospectiva de angiotomografias realizadas em aparelho de 320 detectores através de *software open-source OsiriX* e identificação da AKA e ASA por reconstrução multiplanar tridimensional. Dados clínicos e sociodemográficos foram estratificados.

Resultados: A AKA foi identificada em 78,7% dos integrantes do grupo não aortopata e em 40,7% dos pacientes aortopatas ($p < 0,0001$). A ASA foi identificada em 80,3% dos integrantes do grupo não aortopata e em 46,3% dos pacientes aortopatas ($p = 0,0001$). Em 53 (73,6%) casos a AKA originou-se do lado esquerdo.

Discussão: A angiotomografia é exame de rotina no pré-operatório de doenças aórticas. O presente trabalho apresentou detecção da AKA em grupo não aortopata equiparável com a literatura, apesar do aumento de detectores no aparelho de tomografia e a identificação da AKA em grupo aortopata pouco abaixo da literatura, mas significativamente diferente do grupo não aortopata: maior proporção de identificação da AKA e ASA em pacientes não aortopatas. Houve diferença na distribuição da AKA em comparação com a literatura.

Conclusão: A detecção da AKA e ASA pelo método proposto é factível, porém não ocorre na totalidade dos pacientes. A AKA e ASA são mais identificáveis em pacientes não aortopatas e sua distribuição na população estudada não se assemelha à literatura. A origem da AKA é mais frequente entre T10 e T12 à esquerda.

Descritores: Doenças Vasculares da Medula Espinal, Aterosclerose, Interpretação de Imagem Assistida por Computador, Anatomia, Isquemia do Cordão Espinal, Tomografia computadorizada por raios X, Doenças da aorta.

ABSTRACT

Amato, ACM. Adamkiewicz artery characteristics: comparison between patients with and without aortopathy. [Thesis]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2014.

Introduction: *This study investigated differences in spinal vasculature between healthy and diseased aortas among Brazilian population.*

Objective: *The study aimed to identify and describe the spinal vascular anatomy, evaluate Anterior Spinal Artery (ASA) and Adamkiewicz artery (AKA) characteristics using non-invasive multidetector computed tomography (CT), as well as examine differences between groups with and without aortic disease. The secondary aim was to evaluate anatomic distribution of AKA level and side and the influence of clinical factors in its detection.*

Methods: *CT scans of 115 patients from Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo were evaluated in terms of detection rate and AKA level and side. The*

results were also compared with data compiled from a review of the English language literature on this topic.

We analysed 320-detector CT scans using OsiriX open source software. Furthermore, we identified the AKA and ASA using tridimensional multiplanar reconstruction. Clinical and demographics data were retrieved.

Results: *AKA identification showed higher detection rate in patients with healthy aortas (78.7%) compared to diseased aortas (40.7%) $p < 0.0001$. ASA was identified in 80.3% of the healthy aortas patients and 46.3% of the diseased aortas patients ($p = 0.0001$). In 53 (76.6%) cases, the AKA originated from a left intercostal artery.*

Discussion: *CT scan is a routine preoperative exam for aorta diseases. We observed a detection rate similar to that reported in previous literature on healthy aortas, in spite of the CT having more detectors. Furthermore, AKA identification in aorta diseased group was below literature, but statistically different from the healthy aorta group, higher AKA and ASA identification was found in healthy aorta group. The results indicated significant difference between previous literatures and our study in AKA detection.*

Conclusions: *AKA detection using proposed method is feasible but is not detected in all patients. AKA and ASA have a higher detection rate in patients with a healthy aorta. The proposed method and data compiled from the literature did not show similar AKA level distribution. AKA originated more frequently from the left side between T10 and T12.*

Descriptors: *Spinal Cord Vascular Diseases, Atherosclerosis, Image Interpretation, Computer-Assisted, Anatomy, Spinal Cord Ischemia, Tomography X-ray computed, Aortic Diseases.*

Introdução

1 INTRODUÇÃO

A irrigação medular foi estudada inicialmente por Albert Wojciech Adamkiewicz [AFI: ʔadamkɛvʲɨ^{1,2}], patologista polonês, em 1881³⁻⁶. A artéria radicular magna (**Tabela 1**) carrega seu nome como epônimo: a artéria de Adamkiewicz (AKA)⁴.

O conhecimento da irrigação da medula espinhal é importante no planejamento terapêutico das doenças aórticas; porém, sua vasculatura é complexa e difícil de estudar devido ao pequeno calibre de suas artérias, que correm em uma intrincada rede tridimensional com grande variabilidade anatômica⁷. A ausência de um exame de imagem padrão ouro também dificulta a comparação dos métodos de imagem existentes⁸.

O envelhecimento da população nas últimas décadas é notório. Nos Estados Unidos da América, 16,2% da população atual tem mais de 62 anos de idade; em 2000, eram 14,7%⁹. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) estima um crescimento proporcional no Brasil de 5,44% em 2000 para 13,33% em 2030 na população acima de 65 anos¹⁰. Na Europa, em 2010, 17,4% da população já tinha mais de 65 anos¹¹.

Acrescido a esses dados, se forem mantidas as tendências crescentes mundiais atuais, em 2030 o tabaco será responsável por cerca de 8 milhões de óbitos por ano em todo o mundo¹².

Sabendo que a prevalência de aortopatias, notadamente aneurismas aórticos, aumenta com a idade e o tabagismo^{13,14}, e considerando a maior disponibilidade de exames diagnósticos e acesso a cuidados médicos em nosso meio^{15,16}, além do avanço tecnológico nesses meios diagnósticos, observamos a identificação precoce de aortopatias em uma parcela da população que certamente estaria previamente sujeita a óbito sem tratamento. Com isso, nas últimas décadas, o número de pacientes portadores de afecções aórticas encaminhados para tratamento aumentou substancialmente.

O tratamento cirúrgico de aneurismas tóraco-abdominais iniciou em 1955 e, apesar de sua técnica ter evoluído, o risco de isquemia medular ainda mantém-se alto, entre 4 e 11%, com mortalidade entre 3 e 17% mesmo em centros de grande experiência¹⁷⁻¹⁹. Aneurismas grandes não tratados têm alto risco de ruptura²⁰, e procedimentos de urgência pioram o prognóstico²¹. Sendo assim, a procura da melhor solução não cessou.

Estando a cirurgia aberta desse tipo de aneurisma, em nosso meio, restrita a poucos centros dedicados ao estudo e aprimoramento da técnica com infraestrutura hospitalar adequada, o advento da cirurgia endovascular possibilitou que um maior número de centros médicos se dedicasse ao tratamento de aortopatias complexas, disseminando a possibilidade terapêutica em nosso meio e, conseqüentemente, aumentando o número de

procedimentos realizados e de pacientes submetidos à exclusão de aneurismas aórticos.

Com o advento da cirurgia endovascular, imaginou-se que, em virtude da ausência da necessidade de pinçamento aórtico, do menor tempo cirúrgico e da menor invasividade, o risco de isquemia medular desapareceria. Porém, a incidência de isquemia medular após reparo endovascular de aneurisma de aorta torácica (TEVAR), apesar de mais baixa, não se extinguiu, mantendo-se entre 1 e 5%²²⁻²⁵. Portanto, embora as novas técnicas endovasculares tenham diminuído o risco de isquemia medular sintomática, esse risco continua existindo.

Tendo em vista as dificuldades de predição da paraplegia em pacientes aortopatas, por ser evento raro e pelo escasso conhecimento anatômico em exames modernos de imagem, tendo grande impacto na qualidade de vida e no êxito cirúrgico em virtude das consequências devastadoras, novas estratégias de prevenção devem ser pesquisadas. Para isso, é necessário o conhecimento da apresentação anatômica da vasculatura em pacientes aortopatas e não aortopatas em exames de imagem. Após levantamento bibliográfico, verificamos que não existem estudos anatômicos da irrigação medular pela angiotomografia na população brasileira, como também a comparação entre indivíduos aortopatas e não aortopatas ainda não foi determinada. As diferenças na irrigação medular entre as doenças, como aneurismas, dissecções, presença de trombo mural e outras, também não são conhecidas, embora essa seja a população mais propensa à necessidade de tratamento cirúrgico e, conseqüentemente, mais

exposta ao risco de isquemia medular. A relevância da identificação da AKA no pré-operatório das doenças arteriais ainda é desconhecida. A relação entre a presença de trombo mural e a perviedade da AKA é ignorada.

A relevância clínica da presença de colaterais somente será realmente compreendida ao elucidarmos a anatomia e sua apresentação em exames *in vivo*. Os métodos de imagem não invasivos atuais são capazes de detectar a presença da AKA; porém, sua sensibilidade e especificidade são desconhecidas e o método considerado padrão ouro, a angiografia, é muito invasivo para ser utilizado na rotina clínica.

A possibilidade do uso de computadores pessoais e *software open-source* para demonstrar a AKA sem riscos adicionais ao método²⁶ encorajou-nos a estudar a irrigação medular de maneira mais abrangente, incluindo pacientes não aortopatas.

O presente projeto visa elucidar a apresentação anatômica da vasculatura medular em exame de angiotomografia e suas diferenças entre pacientes aortopatas e não aortopatas na população de pacientes que procuraram o InCor.

O estudo das diferenças morfológicas da AKA entre a população de aortopatas e não aortopatas abre precedência para avaliar seu destino operatório, correlacionando-o com a evolução clínica. Pode também auxiliar a estabelecer a importância de se preservar essa artéria em cirurgias aórticas e neurológicas, diminuindo o risco de isquemia medular.

Revisão de literatura

2 REVISÃO DA LITERATURA

Apesar de rigorosa revisão da literatura, não encontramos nenhum trabalho que abordasse especificamente as diferenças na irrigação medular em pacientes aortopatas e não aortopatas. Da mesma maneira, não encontramos nenhum trabalho que demonstrasse a variação anatômica da irrigação medular na população brasileira. Entretanto, na falta destes, elegemos como paradigmas os trabalhos de identificação da artéria de Adamkiewicz em seletos grupos, com metodologias análogas. Os trabalhos encontrados utilizam um ou mais métodos de identificação em pacientes; contudo, não comparam grupos com alterações aórticas.

Apresentamos a seguir uma revisão de algumas pesquisas que contribuirão, direta ou indiretamente, para a compreensão deste trabalho. Os conceitos clássicos de anatomia, que resistiram ao tempo, são apresentados, para melhor compreensão da evolução das ideias e devido à excessiva discordância terminológica na literatura.

2.1 Anatomia

A intrincada anatomia tridimensional da irrigação medular é frequentemente explanada na literatura com diferente nomenclatura¹⁹ e merece ser apresentada para elucidação da norma seguida.

As artérias intercostais e lombares que alimentam a medula espinhal originam-se da aorta, assim como os ramos subclávios e hipogástricos. As artérias lombares e intercostais dividem-se três vezes antes de alcançar a medula espinhal. Seu primeiro ramo é o espinhal, que se divide nas artérias radiculares anterior e posterior e, mais adiante, bifurca-se em ramo dorsal e vertebral. A última bifurcação do ramo espinhal é constante para o suprimento anterior e posterior do canal vertebral, das raízes nervosas e da dura-máter. Somente em alguns níveis, as artérias radiculares anterior e posterior atravessam a dura-máter e alcançam a medula. Somente alguns (2 a 14, média de 6) desses ramos segmentares persistem até a idade adulta. A artéria espinhal anterior (ASA), crucial para a vascularização da coluna e dos funículos anterior e lateral, é basicamente um canal anastomótico entre os ramos ascendentes e descendentes das artérias radiculares anteriores adjacentes (Figura 1).

Geralmente uma das artérias radiculares anteriores é dominante perante as outras em calibre e é chamada de artéria radicular anterior magna ou artéria de Adamkiewicz (Figura 2). A artéria radicular posterior tem um padrão semelhante, mas dá origem a dois canais anastomóticos longitudinais: as artérias espinhais posterolaterais. Artérias que suprem a medula espinhal são divididas em um sistema central, alimentado pelas

artérias sulcais, e um outro sistema periférico, o plexo pial, que origina ramos perfurantes (Figura 2)^{7,27-29}.

A drenagem medular não é menos controversa, sendo suas características principais a presença posterior da veia radicular magna em formato *coat-hook*, veia espinhal posterior e a presença de veia espinhal anterior³⁰. A importância anatômica da drenagem venosa para este trabalho reside na diferenciação anatômica do sistema arterial (Figura 3) e não será aprofundada. Posteriormente existe apenas uma veia espinhal posterior, ao invés de duas artérias posterolaterais, a qual é frequentemente maior que a veia mediana anterior³¹.

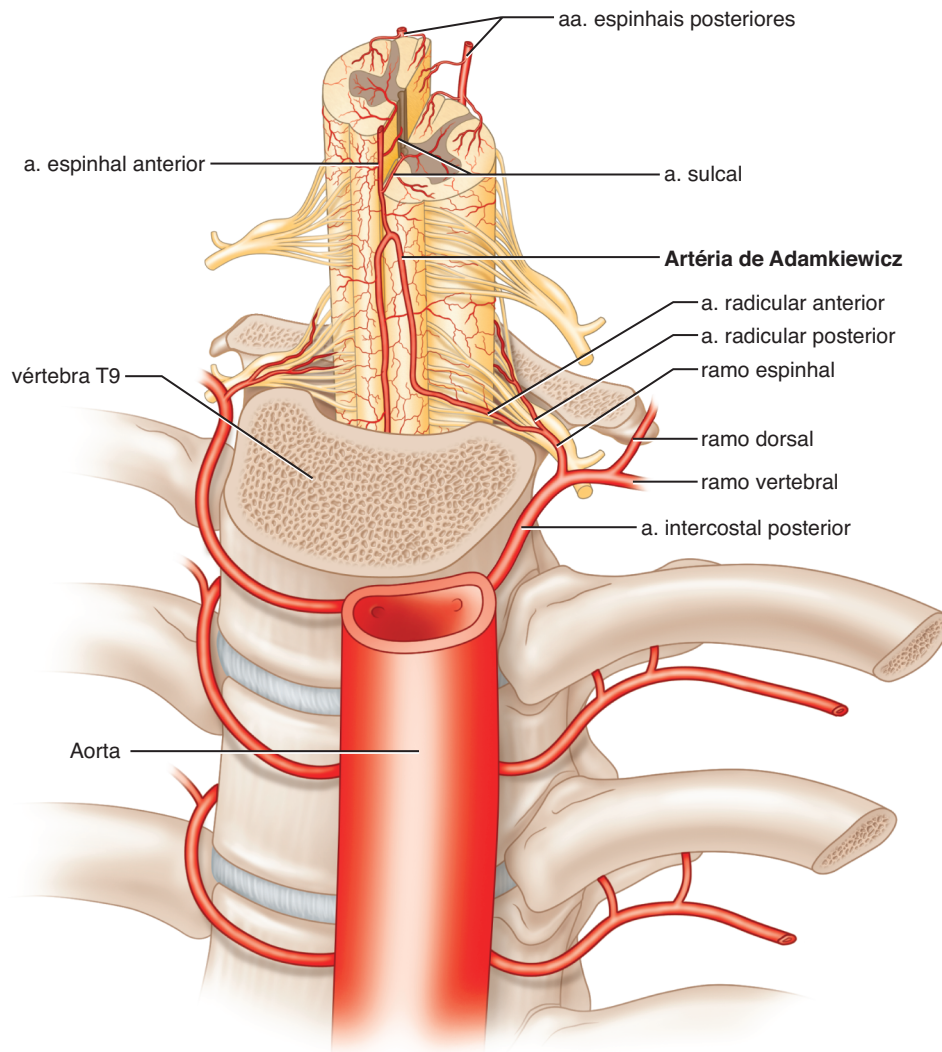


Figura 1 - Desenho esquemático do suprimento sanguíneo da medula espinhal.*

* Desenhado pelo autor.

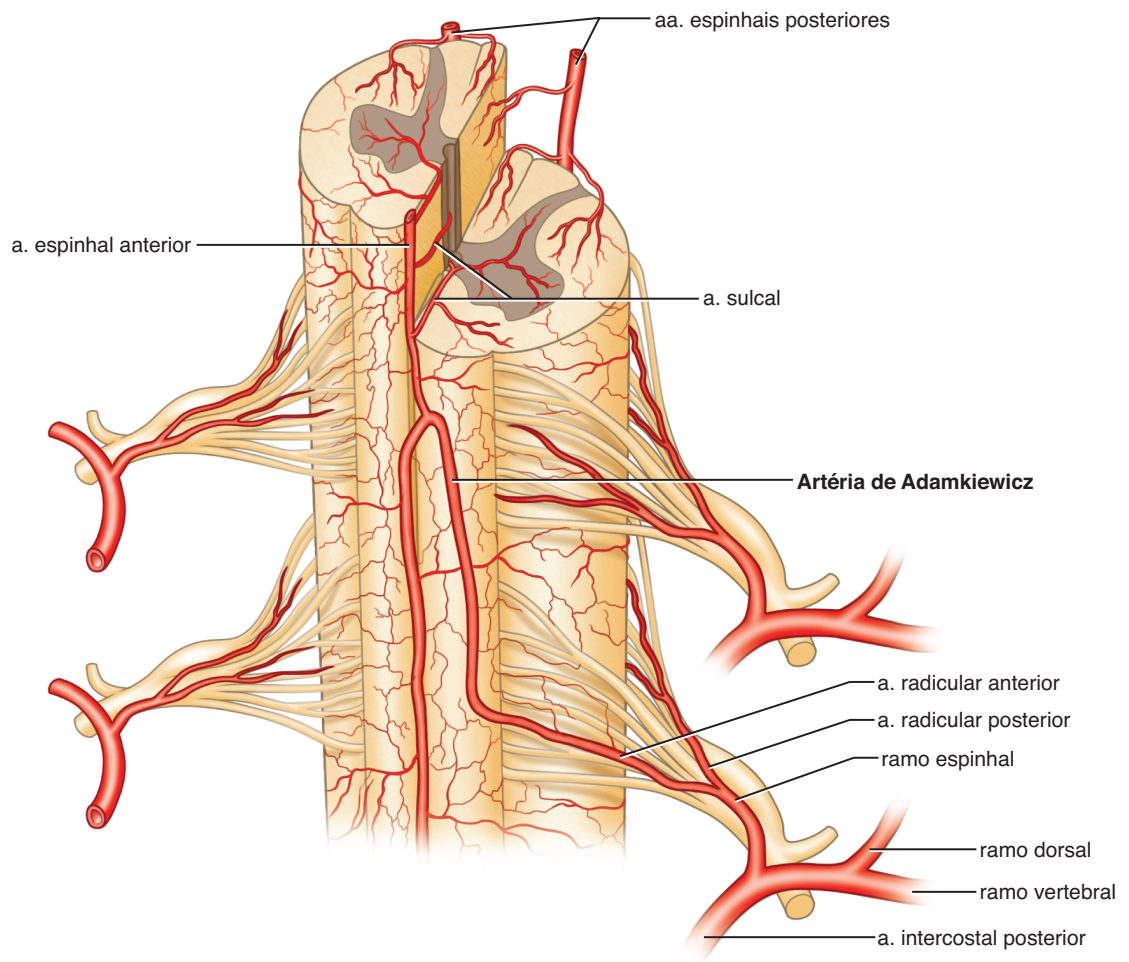


Figura 2 - Anatomia da irrigação medular arterial, evidenciando a artéria de Adamkiewicz.[†]

[†] Desenhado pelo autor.

Mais frequente	Sinônimos	Termo Adotado
Aorta	Aorta	Aorta
Artérias segmentares	<i>Segmental a.</i> ³² , <i>segmental posterior intercostal a.</i> ^{19,28} , <i>radicular a.</i> ³³ <i>aa. intercostales, intercostal a.</i> ³⁴ <i>aa. lumbales</i>	Artérias segmentares ³⁵ AA. intercostais posteriores (TA) lombares
Ramo ventral	<i>vertebral branch</i> ¹⁹ , <i>ventral branch</i> ²⁸ , <i>dural a.</i> ³³ , <i>anterior branch</i> ^{34,36} , <i>anterior ramus, muscular branch</i> ³⁰	Ramo vertebral
Ramo dorsal	<i>dorsal branch</i> ²⁸ , <i>muscular branch</i> ^{36,37} , <i>branches to erector spinae and intercostal muscle</i> ³⁸ , <i>dorsal somatic branch</i> ³⁰	Ramo dorsal (TA)
Artéria radiculomedular	<i>Dorsal ramus intercostal a.</i> ³³ , <i>nervomedullary a.</i> ^{7,19,28} , <i>spinal branch</i> ²⁸ , <i>radicular a.</i> ³³ , <i>radicular medullary dural a.</i> ³⁹ , <i>radiculomedullary a.</i> ^{34,36,37} , <i>ramo espinhal</i> ³⁵ , <i>posterior ramus</i>	Ramo espinhal (TA)
Ramo anterior da artéria radicular	<i>anterior radicular a.</i> ^{19,32,40} , <i>medullary a.</i> ³³ , <i>anterior medullary a.</i> ³⁹ , <i>anterior radiculomedullary aa.</i> ^{37,38} , <i>a. radicular anterior</i> ³⁵ , <i>anterior spinal canal a.</i> , <i>segmental a.</i> ⁴¹	Ramo radicular anterior (TA)
Ramo posterior da artéria radicular	<i>posterior radicular a.</i> ^{19,32,40} , <i>medullary a.</i> ³³ , <i>posterior medullary a.</i> ³⁹ , <i>posterior radiculomedullary aa.</i> ³⁷ , <i>a. radicular posterior</i> ³⁵ , <i>posterior segmental medullary a.</i> ⁴²	Ramo radicular posterior (TA)
Artéria espinhal posterolateral	<i>posterolateral spinal aa.</i> ^{19,39} , <i>posterior spinal aa.</i> ^{33,37} , <i>posterior pial arterilar plexus</i> ³² , <i>aa. espinhais posteriores</i> ³⁵	Artéria espinhal posterolateral
Artéria espinhal anterior	<i>a. spinalis anterior</i> ^{5,6} , <i>anterior spinal a.</i> ^{33,34,36,39} , <i>anterior median spinal a.</i> ³² , <i>anterior long spinal a.</i>	Artéria espinhal anterior (TA)
Artery of Adamkiewicz	<i>a. radicularis magna, great(er) radicular a.</i> , <i>anterior great(er) radicular a.</i> , <i>lumbar enlargement a.</i> , <i>anterior radiculomedullary a.</i> , <i>major radicular a.</i> , <i>dominant radiculomedullary a.</i> , e outros. ^{19,28,43}	Artéria de Adamkiewicz *
Artérias lombares	<i>aa. lumbales</i>	artérias lombares (TA)
Artérias intercostais	<i>aa. intercostales, intercostal a.</i> ³⁴	artérias intercostais posteriores (TA)
Artérias sulcais	<i>a. sulci</i> ^{5,6} , <i>sulcal a.</i> ^{28,32} , <i>aa. sulcais</i> ³⁵ , <i>medial medullary branch</i> ⁴² , <i>sulco-commissural a.</i> ⁴¹	Artérias sulcais
Plexo pial	<i>pial plexus</i> ³⁹	Plexo pial**

TA: Termo adaptado da Terminologia Anatômica⁴⁴; * epônimo adotado mediante frequência de uso na literatura⁴³.; ** termo não existente na Terminologia Anatômica.

Tabela 1 - Termos anatômicos encontrados na literatura.

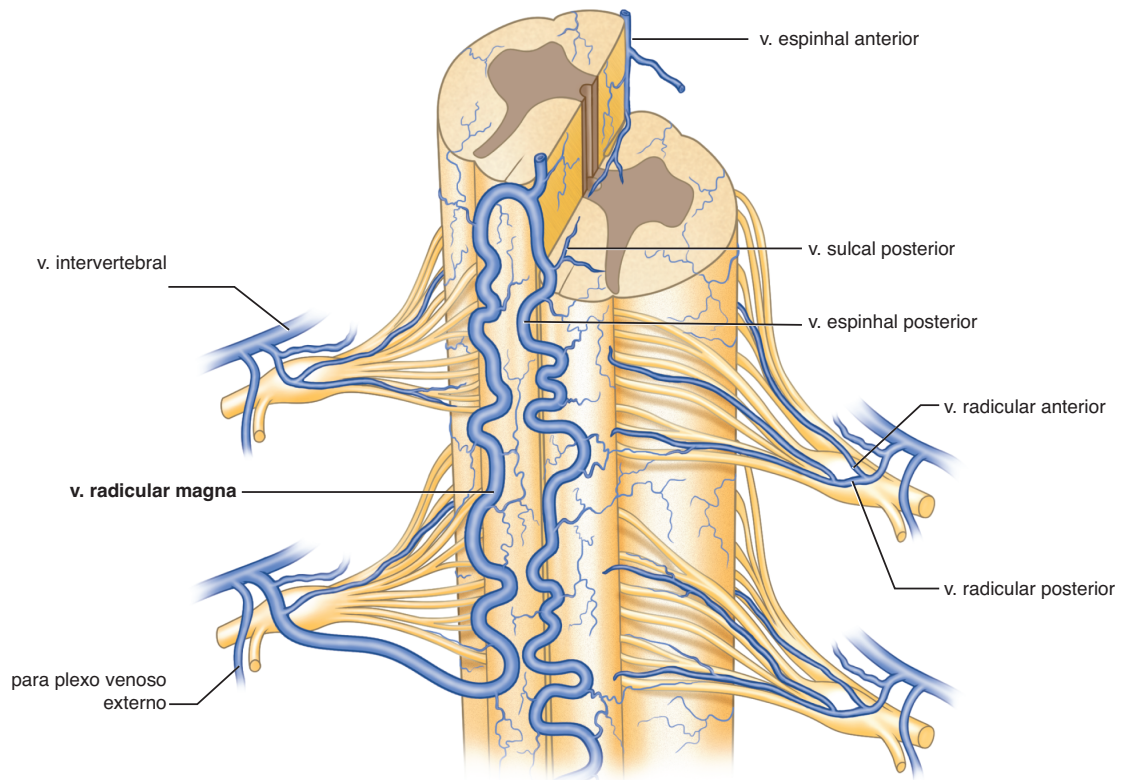


Figura 3 - Drenagem venosa medular.[‡]

2.1.1 Vias colaterais

Apesar de haver uma artéria identificável isolada irrigando a medula espinhal na altura torácica, ela não é a única responsável pela irrigação medular. Griep et al. recentemente aprimoraram o conceito de rede de circulação colateral para a irrigação medular⁴⁵ (Figura 4), detalhando sua redundância vascular; porém, a importância da AKA ainda não está devidamente esclarecida. Existe uma rede axial de pequenas artérias no canal medular, nos tecidos paravertebrais e nos músculos paraespinhosos,

[‡] Desenhado pelo autor.

as quais se anastomosam entre si e com as artérias nutridoras medulares; a entrada para essa rede inclui vasos segmentares (artérias intercostais e lombares), artérias subclávias, hipogástricas e seus ramos (Figura 5)^{46,47}. Além dessas múltiplas vias de entrada, também existe uma extensa rede arterial epidural e pequenos vasos que suprem a musculatura paraespinal (Figura 4). Todos esses vasos estão interconectados e possuem anastomoses com as artérias subclávias, cranialmente, e hipogástricas, caudalmente⁴⁷.

Essa rede colateral pode prover fluxo compensatório no cordão espinhal na eventualidade da oclusão das vias mais calibrosas⁴⁷, além de poder aumentar o fluxo de uma fonte quando outra está reduzida. O inverso também ocorre: pode haver diminuição de fluxo se uma via alternativa de baixa resistência for aberta, ou seja, no roubo arterial⁴⁵. Segundo a teoria de fluxo parcial de Adamkiewicz, o fluxo medular parte das artérias radiculares ao chegar na medula em duas correntes, uma cranial e outra caudal²⁸.

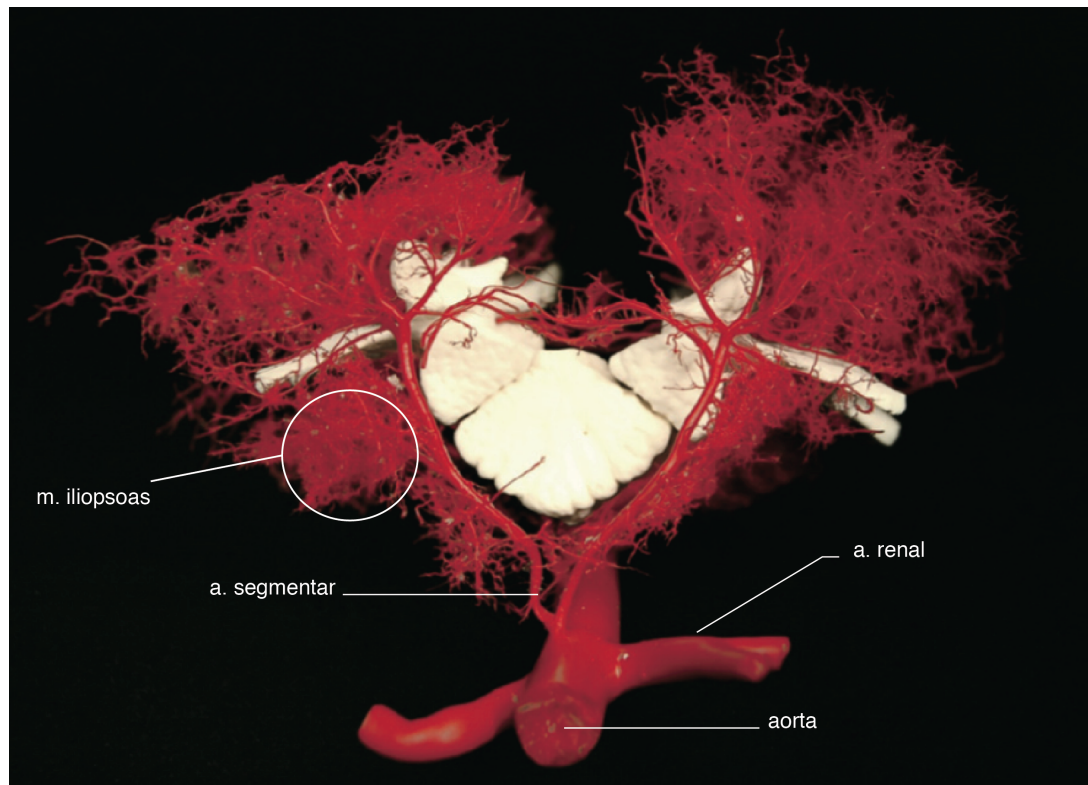


Figura 4 - A aorta é vista emitindo artérias segmentares que cursam ao redor do corpo vertebral para suprir os músculos paraespinhais e, no centro, a artéria espinhal anterior. A imagem evidencia ampla rede anastomótica na irrigação medular.[§]

[§] Imagem gentilmente cedida pelo Prof. Randall B. Griep⁴⁷.

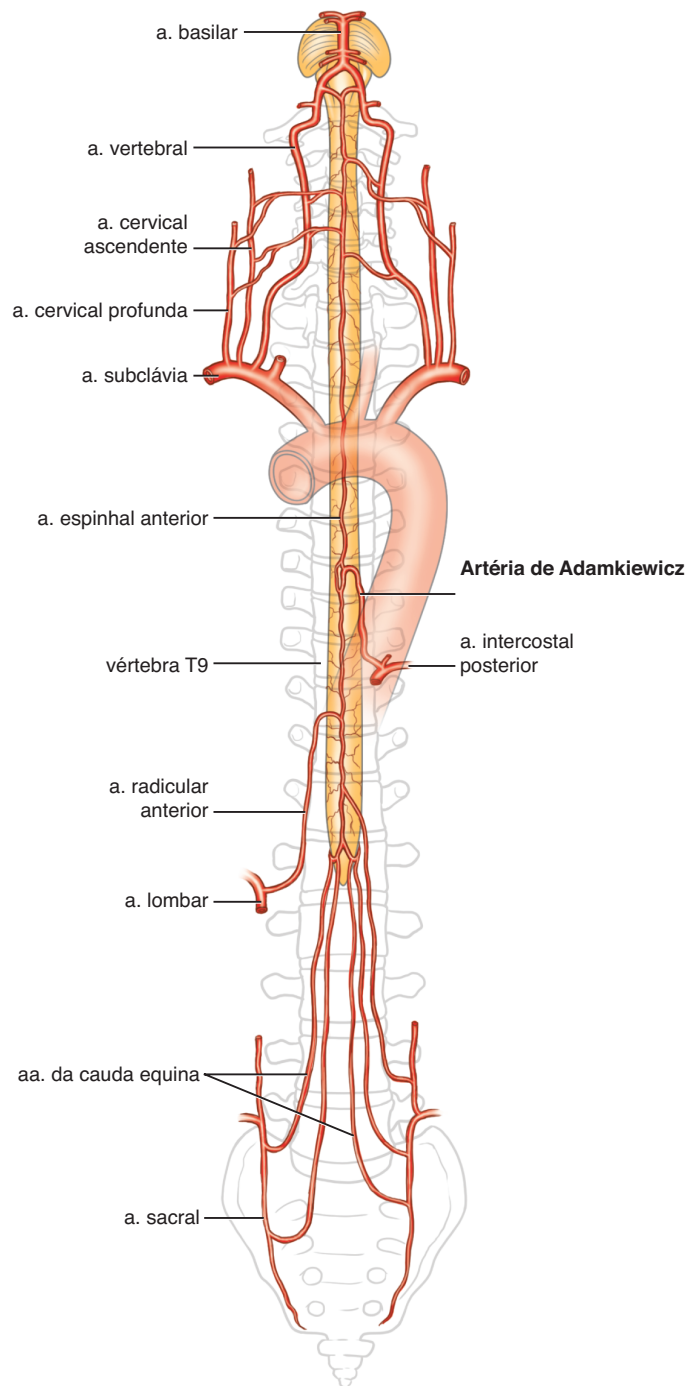


Figura 5 - Rede de colaterais: artérias subclávias, hipogástricas, intercostais e lombares. **

** Desenhado pelo autor.

2.2 Método de aquisição de imagem

A arteriografia medular desenvolveu-se no início da década de 1960 com o advento de catéteres seletivos e meios de contraste menos tóxicos⁴⁸⁻⁵⁴ e foi proposta como método pré-operatório⁵⁰. A importância da identificação e localização da artéria de Adamkiewicz no pré-operatório da cirurgia aórtica torácica e tóraco-abdominal na prevenção de paraplegia foi demonstrada por meio da angiografia por Kieffer et al. na década de 1980⁵⁰. Artérias radiculares anteriores ou posteriores, ramos das artérias espinhais, com calibre maior que 200 a 400 μm , foram demonstradas com angiografia²⁸; este, porém, é um método invasivo com risco de embolia⁵⁵. Apesar do desenvolvimento tecnológico progressivo, a arteriografia sustentou riscos inerentes ao método e inaceitáveis para realização em pacientes sadios ou estudos em larga escala⁴⁹. Todo conhecimento disponível, na época, foi baseado em dissecação pós-morte e em especulações sobre a fisiologia e a hemodinâmica, além de estudos experimentais com primatas⁵⁶, cuja anatomia é muito semelhante à do ser humano.

A angiotomografia e a angiorressonância magnética são os métodos de imagem minimamente invasivos utilizados atualmente para avaliação da irrigação medular³¹. Existem evidências de que o estudo da artéria de Adamkiewicz por esses métodos de imagem não invasivos é factível (Figura 6)^{26,36,37,55,57-66}. A ressonância magnética apresenta detecção da artéria radicular magna entre 67 e 100%³¹; porém, ainda assim, não é um estudo de rotina na avaliação pré-operatória do paciente aortopata. Por outro lado, a

angiogramografia é realizada rotineiramente, mas apresenta maior variação na detecção da AKA, entre 18 e 100%³¹ (Tabela 10), dependendo de fatores como técnica, aparelhagem e experiência pessoal. Entre os estudos que avaliaram a detecção da AKA, aqueles que utilizaram mais de um método apresentaram maior índice de identificação.

Apesar de a ressonância magnética não emitir radiação ionizante e apresentar baixo risco de complicações³¹, muitos pacientes não a toleram em virtude do maior tempo para realização do exame⁶⁷. É um método que claramente apresenta benefícios em diferenciar a circulação venosa da arterial e por não apresentar grande interferência da proximidade óssea, porém necessita de protocolo especial de aquisição, com *bolus* de contraste e aquisição rápida, além da dedicação do operador e da técnica apurada³¹.

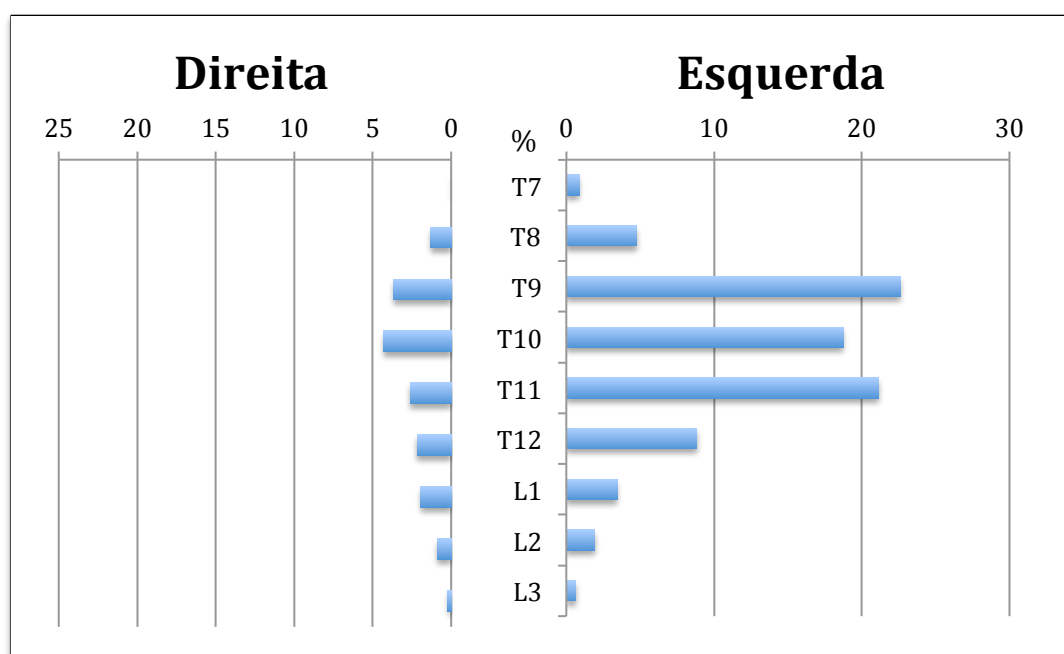


Figura 6 - Distribuição da AKA na revisão de literatura de artigos que utilizaram a angiogramografia como método de identificação^{26,36,37,57,58,62,65,68-72}.

2.3 Método de pós-processamento de imagens

O *software OsiriX®* é um programa dedicado ao padrão de imagens DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) produzidas pelos equipamentos médicos atuais e executado em um computador *Mac®* comum. Foi criado especificamente para navegação e visualização de imagens multidimensionais com multimodalidades. Está disponível, gratuitamente, para *download* via Internet, liberado com direito de uso, modificação e redistribuição⁷³⁻⁷⁶. Por intermédio dele, o acesso à análise e pós-processamento de imagens DICOM foi facilitado, permitindo estudos tão precisos quanto o de artérias de pequeno calibre como a AKA, que possui entre 0,5 e 1,2mm (Figura 16)^{7,26}.

2.4 Influência na isquemia medular pós-operatória

Trabalho recente de avaliação retrospectiva em modelo de risco em banco de dados de 19 centros europeus com 2.235 pacientes cadastrados revelou que 38 (1,7%) pacientes apresentaram isquemia medular sintomática, evidenciando que a exclusão endovascular das artérias

intercostais associada à interrupção de outra via colateral de irrigação medular é fator de risco para esse evento. O algoritmo matemático aplicado identificou a hipotensão intraoperatória e a exclusão simultânea de pelo menos dois territórios de irrigação medular como relevantes na gênese da isquemia, concluindo que somente a exclusão extensa de artérias intercostais não está associada com isquemia medular sintomática⁴⁶. Apesar disso, a avaliação retrospectiva de 457 pacientes e suas complicações intra-hospitalares demonstrou que paraplegia e paraparesia estavam significativamente relacionadas à exclusão endovascular de mais de de aorta⁷⁷, associação esta que corrobora a importância das artérias segmentares na irrigação medular. Yingbin *et al.* demonstrou a importância da identificação da AKA na seleção de endopróteses longas em casos de dissecação aórtica⁷⁸.

Artigo sobre a interrupção da AKA durante espondilectomia⁷⁹ sugere que a AKA não é a única via importante de irrigação medular.

O mecanismo da isquemia medular após reparo endovascular de aneurisma de aorta torácica (TEVAR) não está completamente elucidado e aparentemente está relacionado a um intrincado mecanismo de diferentes fatores^{19,55}. A perfusão medular depende do gradiente de pressão arterial e do fluido cerebrospinal⁵⁵.

Objetivos

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo primário

Este trabalho tem como objetivo determinar a frequência de identificação e as características da artéria de Adamkiewicz (AKA) e artéria espinhal superior (ASA) por método não invasivo, com aparelho de tomografia computadorizada com múltiplos detectores, em pacientes aortopatas e na população não aortopata.

3.2 Objetivo secundário

Secundariamente, haverá a determinação da lateralidade e altura da origem da AKA e a avaliação da influência de determinadas aortopatias e comorbidades na identificação da AKA.

Casuística e Método

4 CASUÍSTICA E MÉTODO

4.1 Casuística

Realizamos um estudo observacional transversal, envolvendo dois grupos de pacientes portadores ou não de aortopatias, submetidos à angiotomografia entre 17/10/2011 e 31/07/2012.

Neste período, no Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (InCor-HC-FM-USP), foram realizadas 17.610 tomografias, das quais 754 envolviam a aorta torácica (torácica ou tóraco-abdominal); dessas, 128 angiotomografias de aorta foram realizadas no equipamento *Aquillion One* (Toshiba™, *Medical Systems*, Otawara, Japão) no departamento de diagnóstico por imagem. Dessas, selecionamos 115 que foram consideradas elegíveis, com base nos critérios de inclusão e exclusão (Figura 7).

Pacientes não portadores de aortopatias em análise angiotomográfica foram chamados de grupo A e pacientes portadores de aortopatias foram

chamados de grupo B. O motivo para indicação do exame pelo médico do paciente não foi considerado na avaliação e era desconhecido do avaliador.

4.1.1 Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão utilizados foram os seguintes:

- Pacientes que realizaram angiotomografia de aorta no equipamento *Aquillion One* seguindo protocolo predefinido, independentemente do motivo da realização do exame;
- Pacientes que aceitaram a realização da angiotomografia de aorta caso não tivesse sido solicitado pelo médico de origem, como complemento do exame.

Os critérios de exclusão utilizados foram:

- Pacientes que realizaram cirurgia prévia de aorta descendente;
- Pacientes portadores de doenças incomuns que pudessem comprometer os resultados devido à presença de circulação colateral (Takayasu, coarctação aórtica);
- Pacientes paraplégicos ou tetraplégicos;
- Alergia conhecida a contraste radiológico;
- Inclusão concomitante em outro estudo que interferisse no protocolo;
- Excluídos do estudo pacientes com hematoma intramural e úlcera penetrante aórtica;
- Recusa do paciente ou de seu representante legal em assinar o termo de consentimento;
- Falha técnica na opacificação da aorta.

4.2 Preparo do paciente

Os pacientes permaneceram em jejum de seis horas.

Foi realizado acesso venoso, preferencialmente em membro superior direito, conectado a bomba de infusão automática.

4.3 Método

4.3.1 Determinação do tamanho amostral

Decidiu-se por um tamanho de amostra mínimo de 37 indivíduos em cada grupo (amostra total 74 indivíduos) a fim de detectar diferença de 30% entre as proporções (grupo A=94%; grupo B=64%; Tabela 2), considerando-se teste de hipótese bilateral, nível de significância de 5% e poder estatístico de 90%⁸⁰⁻⁸⁴.

Tabela 2 - Identificação da AKA na literatura e presença ou não de aortopatia

Autor	AKA	Total	%
Aortopatas			
Takase <i>et al.</i> ⁶⁵	63	70	90
Yoshioka <i>et al.</i> ³⁷	24	30	80
Yoshioka <i>et al.</i> ³⁶	25	30	83
Takase <i>et al.</i> ³⁰	9	10	90
Nojiri <i>et al.</i> ⁶²	27	27	100
Nijenhuis <i>et al.</i> ⁸⁵	29	39	74
Von Tengg <i>et al.</i> ⁶⁹	10	17	59
Nakayama <i>et al.</i> ⁷⁰	45	80	56
Uotani <i>et al.</i> ⁵⁸	25	32	78
Utsunomiya <i>et al.</i> ⁸⁶	50	80	63
Zhao <i>et al.</i> ⁸⁷	18	99	18
Melissano <i>et al.</i> ²⁶	45	67	67
Total	370	581	64
Não aortopatas			
Kudo <i>et al.</i> ⁵⁷	13	19	68,42
Nishimura <i>et al.</i> ⁶⁸	12	14	85,71
Boll <i>et al.</i> ³⁴	100	100	100
Ou <i>et al.</i> ⁷²	38	40	95
Total	163	173	94,22

AKA: número absoluto de artéria de Adamkiewicz identificadas.

4.3.2 Projeto piloto

Foram realizadas 13 angiogramas em projeto piloto, com o intuito de definir o método de imagem adequado, seguro e viável para realização do exame e otimização do protocolo de exame, com melhor qualidade de imagem e menor radiação.

Notou-se que exames sincronizados com o eletrocardiograma (“gateados”) apresentavam um índice de radiação muito elevado, inviabilizando a técnica no projeto final⁸⁸, embora a imagem adquirida apresentasse excelente qualidade. O método de aquisição de imagens com 320 canais em bloco também apresentava um problema: como o bloco de aquisição não englobava toda a coluna espinhal, era necessária a realização de dois blocos de aquisição. A diminuição da concentração do contraste no segundo bloco era evidente, com menor qualidade da imagem final, prejudicando a avaliação de AKA com origem mais baixa.

Optamos pela realização de aquisição do exame no aparelho *Aquillion One* utilizando 80 a 160 detectores em formato helicoidal e varredura craniocaudal com *software* dedicado, onde imagens do tórax, abdome e pelve poderiam ser adquiridas em menos de 5 segundos, mantendo a concentração máxima do meio de contraste intra-arterial e percorrendo o corpo 2,5 vezes mais rápido que aparelhos de 64 canais, reduzindo, portanto, artefatos de movimentação⁸⁹. Métodos automatizados de redução de radiação também foram aplicados: *Adaptive Iterative Dose Reduction*, *Target CTA* e *SUREExposure™*.

Realizado com 120 kV e 450 mA após injeção média de 100 mL de contraste iodado endovenoso.

4.3.3 Desenho do estudo

Este estudo foi desenhado como observacional transversal com coleta prospectiva, não randomizado.

Procedeu-se à análise prospectiva de angiotomografias realizadas em pacientes de rotina em ambulatório de imagens aortopatas e não aortopatas, por meio de *software open-source OsiriX®* (Pixmeo, Suíça, Genebra)²⁶. A análise das imagens foi cega; o avaliador não tinha conhecimento do motivo da realização do exame e a avaliação da presença de aortopatia somente foi realizada num segundo ciclo de avaliação das imagens, também sem conhecimento da identificação ou não da AKA.

A angiotomografia seguiu o padrão preestabelecido: as imagens foram adquiridas no mesmo aparelho *Aquilion One* de 320 detectores, com *software* para detecção helicoidal com 80 a 160 detectores, seguindo protocolo de fase arterial contrastada por 100 a 110 mL de contraste não iônico tri-iodado administrado por via intravenosa em 30 segundos com bomba injetora, na velocidade de 4 a 5mL/s, com gatilho configurado para maior concentração de contraste em aorta descendente com limiar (*threshold*) de 150 HU.

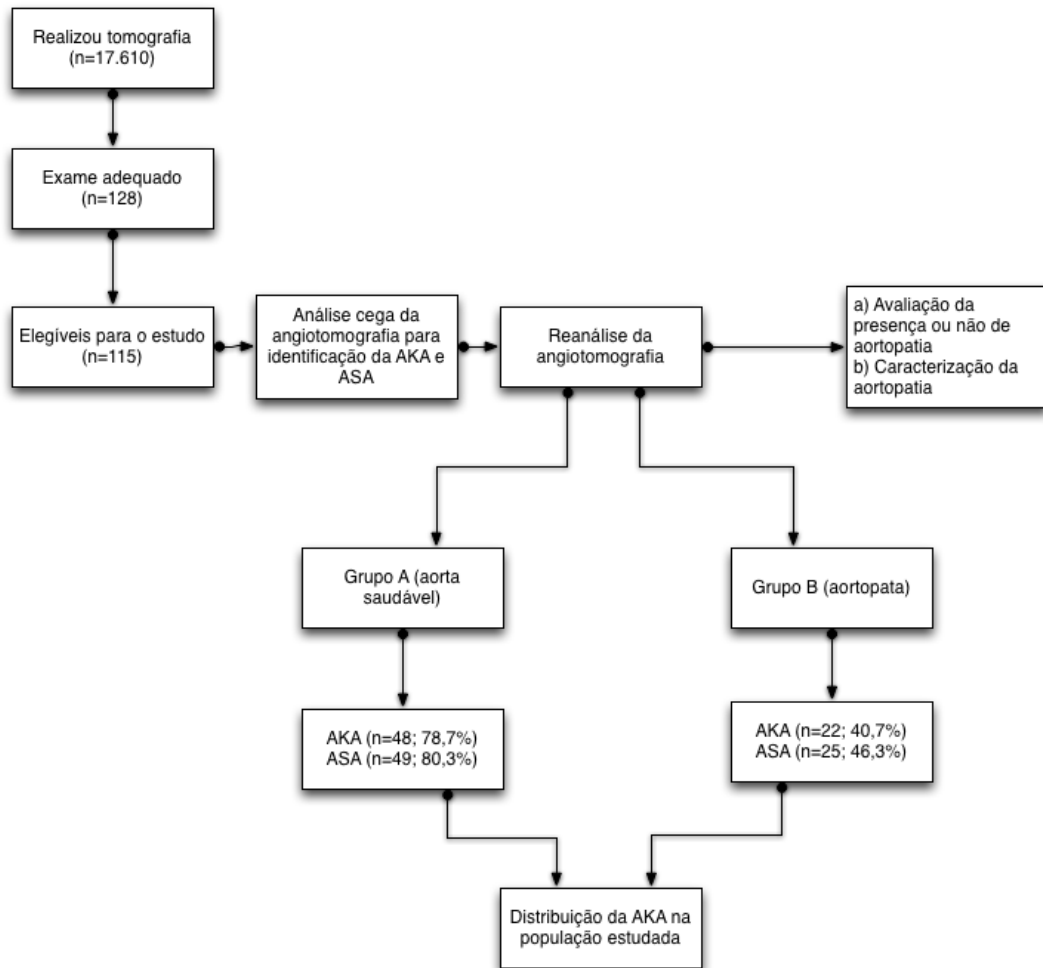


Figura 7 - Fluxograma da seleção e aplicação da metodologia nos pacientes.

4.3.4 Padronização da avaliação dos dados

Foi realizada a estratificação das seguintes características dos pacientes: sexo, idade, grupo étnico, peso, altura e índice de massa corpórea (IMC). A presença ou não da ASA, a presença e localização da AKA e a presença ou não de aortopatia, trombo e dissecção foram avaliadas por observador único e experiente diretamente nas imagens de maior qualidade DICOM RAW (cruas) do exame do paciente. Secundariamente, foram avaliados os fatores de risco dicotômicos relacionados às aortopatias:

diabetes melito, síndrome metabólica, hiperlipidemia e hipertensão arterial. A variável tabagismo foi avaliada como fumante, ex-fumante e não fumante.

4.3.5 Dados sociodemográficos

A frequência dos dados sociodemográficos foi obtida nos prontuários e por contato direto com os pacientes e seus familiares: idade, sexo e etnia.

A etnia foi definida pela cor relatada pelo participante e considerada autoavaliação. Variações multirraciais autodeclaradas, como mulato e mestiço, foram entendidas como pardo. Permitiu-se ignorar a pergunta.

4.3.6 Dados clínicos

A coleta dos dados foi definida a partir da anamnese dos pacientes, de informações obtidas nos prontuários e por contato telefônico com familiares quando necessário.

Os seguintes parâmetros foram avaliados:

1. Peso, altura e IMC: peso e altura foram relatados pelo paciente e aferidos em balança antropométrica; o IMC foi calculado pela fórmula: peso em quilogramas dividido por altura elevada ao quadrado em metros.
2. Tabagismo: consideramos tabagista atual indivíduo que fumou um ou mais cigarros nos últimos 30 dias e ex-tabagista quem fumou há mais de 30 dias.

3. Diabetes melito (DM): foram considerados diabéticos aqueles que faziam uso prévio de hipoglicemiante oral e/ou insulina, ou com duas dosagens de glicemia de jejum ≥ 126 mg/dL .
4. Hipertensão arterial sistêmica (HAS): foram considerados hipertensos pacientes em uso de anti-hipertensivo e aqueles com pressão arterial sistólica (PAS) acima de 140 mmHg e/ou pressão arterial diastólica (PAD) acima de 90 mmHg.
5. Dislipidemia: foram considerados dislipidêmicos aqueles pacientes em uso de hipolipemiantes e/ou elevação de colesterol de lipoproteína de baixa densidade (LDL-C ≥ 160 mg/dL) e/ou elevação triglicérides (TG ≥ 150 mg/dL) e/ou colesterol de lipoproteína de alta densidade (HDL-C) < 40 mg/dL para homens e < 50 mg/dL para mulheres⁹⁰.
6. Síndrome metabólica: o diagnóstico de síndrome metabólica foi estabelecido segundo critérios da Federação Internacional de Diabetes. Este inclui a presença de obesidade abdominal como essencial e dois ou mais dos seguintes critérios: triglicérides ≥ 150 mg/dL; HDL-C < 40 mg/dL para homens e < 50 mg/dL para mulheres; PAS ≥ 130 mmHg e/ou PAD ≥ 85 mmHg ou tratamento para hipertensão; glicemia de jejum ≥ 100 mg/dL ou tratamento para diabetes melito⁹⁰.

4.3.7 Dados angiotomográficos

Todos os estudos angiotomográficos foram revisados de forma anônima, sem o conhecimento da indicação do exame. A alocação do paciente em seu grupo foi dada após avaliação da tomografia e definição de ausência ou presença de aortopatia, e não devido à indicação prévia de realização do exame.

Critério de definição de não aortopata: aqueles que não apresentavam doenças em aorta descendente na angiotomografia. Os pacientes com aterosclerose leve, Classe I (sem espessamento intimal), II (espessamento intimal 1 a 3,9 mm) e III (ateroma <4 mm) de Montgomery^{91,92}, sem repercussão na hemodinâmica da circulação medular, foram mantidos no Grupo A (Tabela 4).

Critérios de caracterização de aortopatia: pacientes com aterosclerose acentuada na tomografia, Classe IV (placa ou espessamento intimal >4 mm) e V (úlceras aórticas) segundo a classificação de Montgomery^{14,91,92}, ou presença de placas ateroscleróticas em parede posterior da aorta, foram incluídos no Grupo B. Ainda no grupo de aortopatas, a dissecação arterial tipo B foi definida como presença de delaminação com imagem de *flap* (aba) intimal no lúmen arterial em imagem radiológica separando a verdadeira da falsa luz na aorta descendente^{93,94} e o trombo mural como defeito de preenchimento hipodenso e com interior irregular aderido à parede arterial⁹⁴.

O método de identificação da AKA, já utilizado pelo autor, publicado e validado previamente^{26,95}, foi realizado inicialmente percorrendo as imagens

axiais em grande aumento procurando dois pontos densos no espaço medular referentes a ASA e AKA e percorrendo seu trajeto craniocaudal. A partir daí, foi utilizado o modo de reconstrução tridimensional multiplanar (3D-MPR) do *OsiriX*®, que consiste na visualização simultânea em três janelas de três planos oblíquos unidos entre si a 90°(Figura 8). A janela inferior esquerda inicialmente mostra as imagens axiais(Figura 9, B). A movimentação manual dos eixos permite a avaliação de todo o espaço medular. O vídeo da técnica pode ser visualizado em <http://vascular.cc/aka.html>.

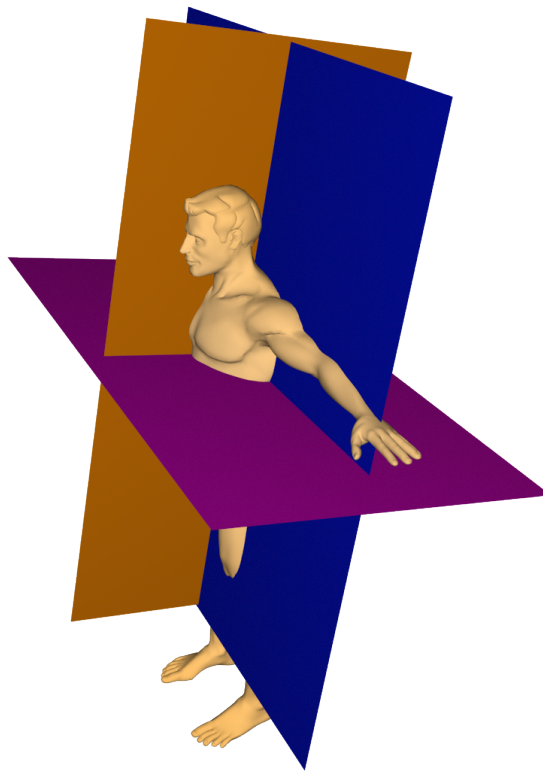


Figura 8 - Planos oblíquos na reconstrução tridimensional multiplanar necessários para localização da AKA.

O cruzamento dos eixos (“mira”) foi colocado no espaço medular na altura da última vértebra torácica e uma imagem sagital é apresentada na janela superior esquerda. Ao ajustar a posição e angulação do eixo abrangendo longitudinalmente a maior parte do espaço medular na janela superior esquerda e alterando-se a espessura do corte com o algoritmo MIP (*Maximum Intensity Projection*) e o “janelamento” (escala de Hounsfield aparente), obtém-se uma visão oblíqua quase coronal ou paracoronal na maior janela. Mudando-se o ângulo dos eixos e percorrendo anteroposteriormente as imagens, faz-se uma rápida exploração de todo o espaço medular (Figura 10)²⁶.

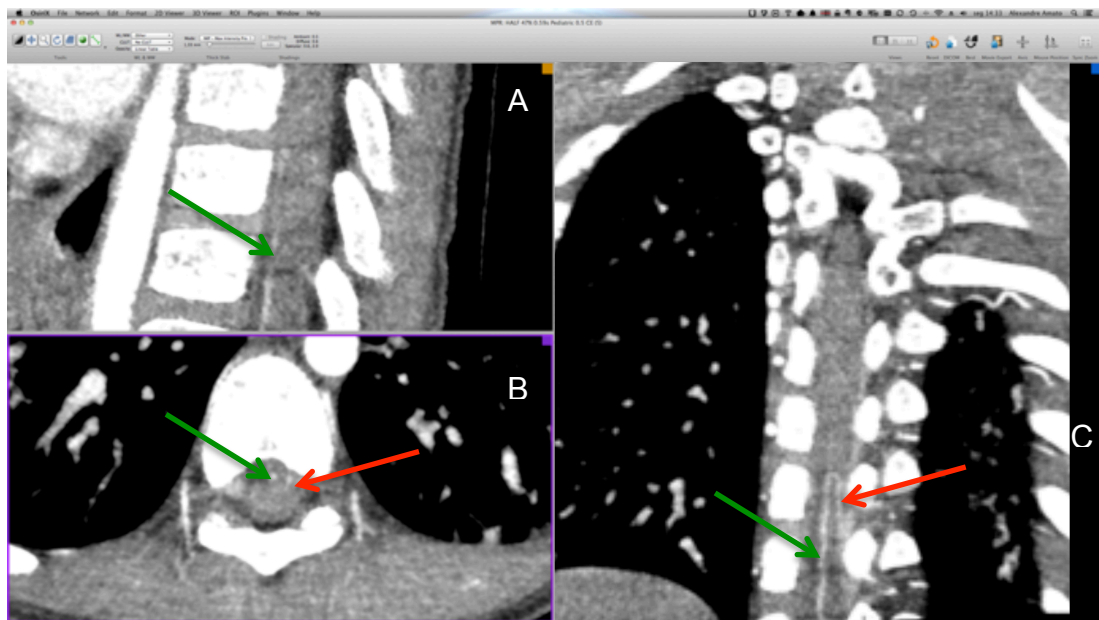


Figura 9 - Janela do *OsiriX*. A seta verde evidencia a ASA e a seta vermelha evidencia a AKA. (A) corte sagital. (B) Corte axial. (C) Corte oblíquo/coronal.

4.3.8 Critérios de identificação de artéria em espaço medular

A ASA é identificada, na porção anterior medular, como um vaso longitudinal contínuo e fino (Figura 9, A), enquanto a AKA é prontamente identificada pelo seu aspecto morfológico de “grampo de cabelo”/ *hairpin* (Figura 16), irrigando a artéria espinhal anterior, num corte paracoronal realizado através de reconstrução multiplanar bidimensional (Figura 9 C, Figura 10 e Figura 16).

Foram estratificadas as seguintes características angiotomográficas da AKA:

1. possibilidade de ser identificada;
2. altura da origem (T7-L3);
3. lateralidade (esquerda ou direita);
4. quantidade (possibilidade de dupla ou tripla AKA).

Foi estratificada, também, a seguinte característica da ASA: possibilidade de ser ou não identificada.

A altura da entrada da artéria do espaço medular foi o critério utilizado para definir a sua altura, e não a altura da sua inserção na ASA.

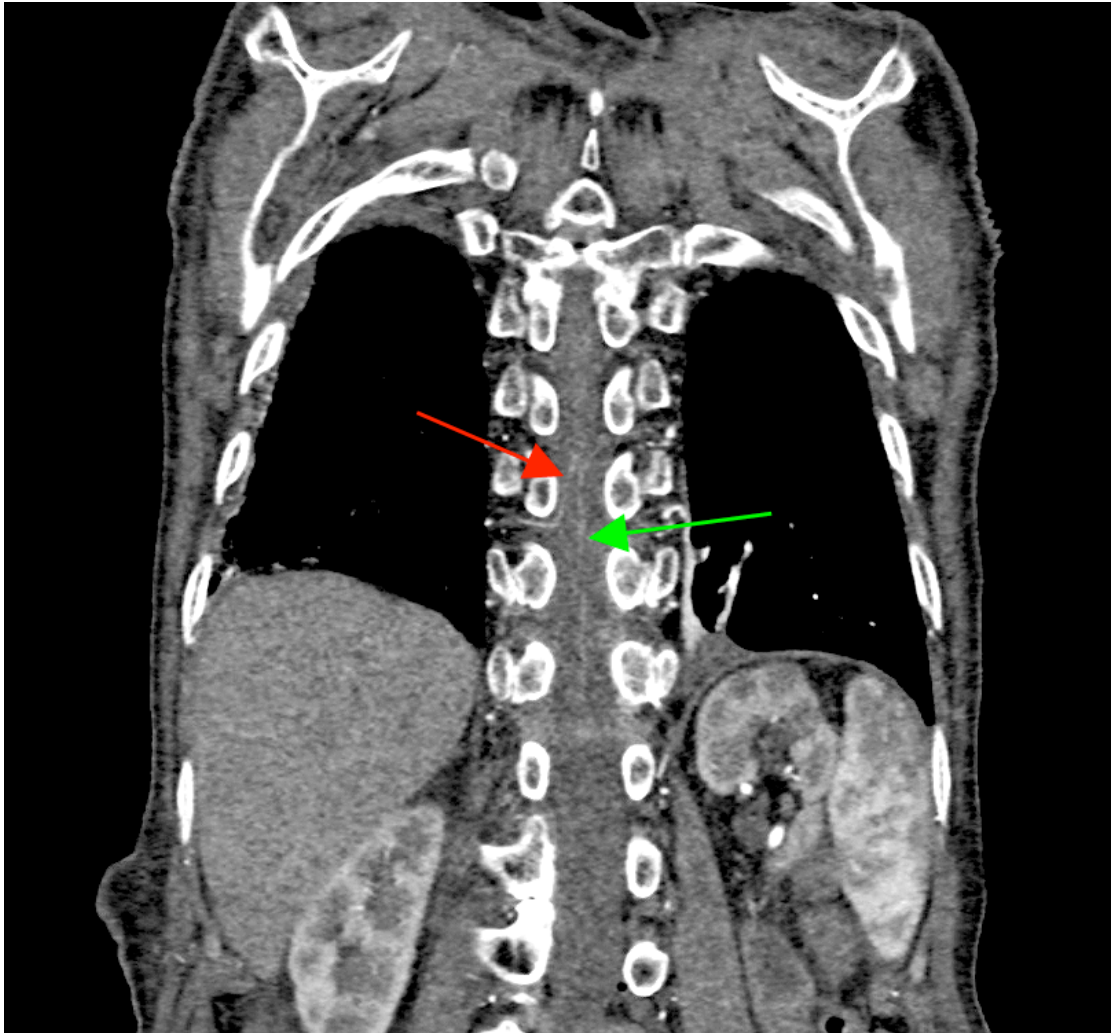


Figura 10 - Corte oblíquo tridimensional MPR evidenciando a AKA (seta vermelha), em seu típico formato *hairpin*, e a ASA (seta verde).

Foram utilizados os seguintes critérios de imagem para definição dos vasos identificados como AKA e ASA:

- Continuidade da AKA identificada até vaso notoriamente arterial, como artéria intercostal ou aorta (Figura 11)^{36,58,60,65}. A continuidade com artérias é, certamente, um fator de alta relevância; porém, nem sempre isso é conseguido, e outros critérios são necessários^{31,36,58,60,65}.

- Identificação simultânea da AKA e ASA como dois pontos densos na região anterior medular em imagens axiais consecutivas^{31,36,65}.
- A relação anatômica característica entre os dois vasos, com formato em aspecto de *hairpin* (Figura 3)³⁶.
- Falha da opacificação venosa da veia espinhal posterior e outras veias circunjacentes à coluna espinhal (intercostais, lombares e ázigos)³¹.

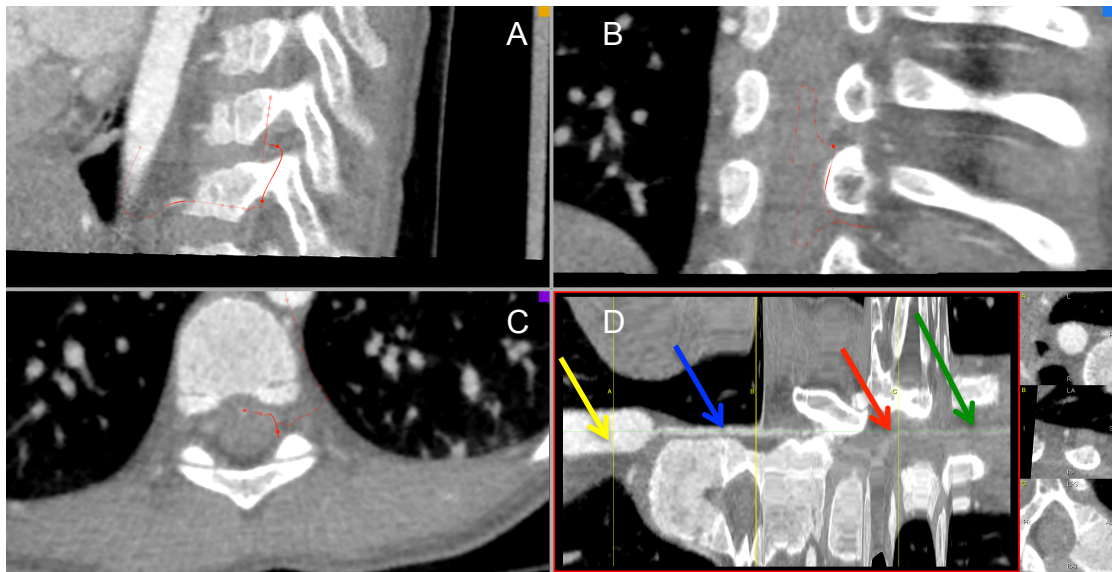


Figura 11 - (A-C) Cortes oblíquos evidenciando trajeto tridimensional do vaso. (D) Continuidade da AKA (seta vermelha) desde a aorta (seta amarela), a artéria intercostal (seta azul), até a ASA (seta verde) evidenciada em reconstrução multiplanar curva tridimensional, que retifica o trajeto do vaso desde a sua origem na aorta até o espaço intramedular.

Os exames angiotomográficos de aorta foram realizados em aparelho de tomografia computadorizada com 320 colunas de detectores *Aquillion One*® (*Toshiba Medical System, Otawara, Japão*).

Na aquisição da imagem, os pacientes receberam contraste iodado não iônico no volume médio de 93,2 mL (26 a 160 mL) (proporcional ao peso do paciente), injetado por via endovenosa a uma velocidade de até 5 mL/s,

com gatilho em aorta descendente. A imagem *RAW* (crua) foi obtida em cortes de 1 mm e exportada em formato DICOM.

As imagens foram processadas em computador *Mac Pro* (Apple, EUA, Califórnia, Cupertino) com *software open-source OsiriX*.

Os parâmetros técnicos do método angiotomográfico seguem a recomendação das diretrizes de diagnóstico e tratamento de doenças aórticas¹⁴.

4.3.9 Grupos analisados

Grupo A - 61 pacientes sem aortopatia realizaram tomografia computadorizada contrastada (angiotomografia) devido a coronariopatia, trauma, doenças hepáticas, pancreáticas e outras.

Grupo B - 54 pacientes com aortopatia realizaram angiotomografia devido a aneurisma, dissecação ou alterações parietais.

4.3.10 Análise estatística

As informações obtidas a partir da anamnese e dos prontuários dos pacientes foram digitadas em um banco de dados *online* seguro (*GoogleDocs*®). Após a verificação manual da consistência dos dados, procedeu-se à análise descritiva de cada grupo de pacientes.

Para as características expressas como dados categóricos (sexo masculino ou feminino, ser portador ou não hipertensão arterial sistêmica,

diabetes melito, etc.) foram apresentadas as frequências absolutas e as proporções.

Para as características expressas como dados quantitativas (idade, índice de massa corpórea, etc.) foram calculados a média e o desvio padrão e apresentados os valores mínimo e máximo.

Médias e medianas foram comparadas entre 2 grupos utilizando-se teste t de *Student* e teste de Mann-Whitney, respectivamente. Proporções foram comparadas utilizando-se teste exato de Fisher ou sua extensão (generalização) para tabelas maiores que 2x2, o teste exato de Fisher-Freeman-Halton (FFH). Quando o cálculo exato do valor-p de FFH demonstrou-se computacionalmente intensivo, considerou-se uma estimativa do valor-p via método de Monte Carlo a partir da geração de 20.000 amostras simuladas⁹⁶.

Análises de regressão logística binária múltiplas foram conduzidas para testar a associação entre covariáveis e *outcome* (desfecho) binário ajustando-se por idade. A suposição de linearidade na escala *logit* (*log-odds*) entre idade e *outcome* binário em análise de regressão logística binária foi avaliada com a construção de *Smoothed Scatter Plots*. Como a suposição não foi satisfeita, a idade foi categorizada para utilização em regressão logística segundo tercis da distribuição.

Variáveis contínuas de distribuição assimétrica e normal foram descritas com mediana (intervalo interquartil) e média \pm desvio padrão,

respectivamente. A normalidade foi avaliada com a inspeção visual de histogramas e aplicação do teste de normalidade D'Agostino e Pearson omnibus.

Todas as probabilidades de significância apresentadas são do tipo bilateral e valores menores que 0,05 são considerados estatisticamente significantes. A análise estatística dos dados foi efetuada utilizando-se SAS 9.2 (Statistical Analysis System, Cary, NC), Wizard 1.3.0 (Evan Miller) e Medcalc 12.3.0⁹⁶⁻⁹⁹.

4.3.11 Questões éticas

Esta investigação foi realizada de acordo com os princípios da Declaração de Helsinki. Este estudo foi aprovado pela Comissão Científica do Instituto do Coração (InCor) da Universidade de São Paulo e pelo Comitê de Ética e Pesquisa do HC-FMUSP em 05/05/2010 sob o seguinte número de referência: 0089/10, estando registrado no Sistema Nacional de Informações sobre Ética em Pesquisa (SISNEP) envolvendo seres humanos da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) sob o número: 0088.0.015.000-10.

Todos os pacientes ou responsáveis foram esclarecidos sobre o objetivo deste estudo, concordaram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Resultados

5 RESULTADOS

5.1 Características da casuística

Cento e quinze pacientes foram incluídos no estudo. No grupo A (61 pacientes), 29 (47,5%) pacientes eram do sexo feminino e 32 (52,5%) do sexo masculino. A idade média foi 53,7 anos ($\pm 16,8$, mínima 4, máxima 90), peso médio 73,1 kg ($\pm 19,9$, mínimo 14, máximo 130), altura média 163,1 cm ($\pm 18,1$, mínima 57, máxima 195), IMC médio 27,4 ($\pm 5,9$, mínimo 17,7, máximo 43), quantidade média de contraste utilizado 93,6 mL ($\pm 23,8$, mínima 26, máxima 160) e distribuição étnica de 61,2% brancos, 4,1% negros, 30,6% pardos e 4,1% amarelos (Tabela 3).

No grupo B (54 pacientes), 23 (43,4%) pacientes eram do sexo feminino e 31 (57,4%) do sexo masculino. A idade média foi 64,8 anos ($\pm 11,6$, mínima 32, máxima 92), peso médio 73,1 ($\pm 16,7$, mínimo 43, máximo 116), altura média 165,1 cm ($\pm 10,3$, mínima 144, máxima 187), IMC médio 26,7 ($\pm 4,8$, mínimo 16, máximo 37,7), quantidade de contraste utilizado

médio 92,9 mL ($\pm 16,9$, mínima 60, máxima 130) e distribuição étnica de 61,4% brancos, 9,1% negros, 20,5% pardos e 9,1% amarelos (Tabela 3).

A dose efetiva média calculada entre todos os exames foi de 12 mSv/(mGy·cm).

Tabela 3 - Comparação dos dados sociodemográficos e volume de contraste nos grupos estudados

Característica		Grupo A (não aortopata)	Grupo B (aortopata)	Total	p
		n=61 (53,1%)	n=54 (46,9%)	n=115	
Sexo	Masculino	32 (52,5%)	31 (57,4%)	63 (54,8%)	0,7077*
	Feminino	29 (47,5%)	23 (43,4%)	52 (45,2%)	
Idade	Média	53,7 \pm 16,8	64,8 \pm 11,6		<0,001**
	Média	27,4 \pm 5,9	26,7 \pm 4,8		0,459**
IMC	Média	93,6 \pm 23,8	92,9 \pm 16,9		0,874**
	<i>Missing</i>	21	12		
Contraste	Etnia				0,4628***
	Amarelo	2(4,1%)	4(9,1%)	6(6,5%)	
	Branco	30(61,2%)	27(61,4%)	57(61,3%)	
	Pardo	15(30,6%)	9(20,5%)	24(25,8%)	
	Negro	2(4,1%)	4(9,1%)	6(6,5%)	

Os dados são apresentados como contagens simples nas variáveis categóricas (porcentagem), e média \pm desvio padrão nas variáveis quantitativas; IMC: índice de massa corpórea. *Teste exato de Fisher, **Teste t, ***Teste exato de Fisher-Freeman-Halton

A idade média dos pacientes do grupo A (53,7 anos) foi menor que a dos pacientes do grupo B (64,8 anos), com $p < 0,001$.

A proporção de pacientes do sexo feminino no grupo A foi de 47,5%, similar à do grupo B, com 43,4%, com $p=0,7077$.

O IMC médio no grupo A ($27,4 \text{ kg/m}^2$) foi similar ao do grupo B ($26,7 \text{ kg/m}^2$), com $p=0,459$.

A quantidade de contraste endovenoso utilizado foi similar em ambos os grupos: grupo A 93,6 mL e grupo B 92,9 mL, com $p=0,874$.

Os grupos A e B são similares do ponto de vista étnico, com $p=0,4628$.

A frequência de pacientes fumantes e ex-fumantes foi maior no grupo B, respectivamente 24,1% e 40,7% entre os grupos, com $p<0,0001$.

A proporção de pacientes com diabetes melito foi semelhante nos dois grupos, sendo de 9,8% no grupo A e 16,7% no grupo B, com $p=0,4062$. Não houve diferença estatística entre os grupos com relação a dislipidemia ($p=0,7033$) e síndrome metabólica ($p=0,0703$).

No grupo B, a frequência de pacientes hipertensos foi maior (85,2%), com $p<0,0001$.

Aneurisma, dissecção e presença de trombo mural são considerados aortopatias, portanto estavam presentes somente no grupo B.

Tabela 4 - Frequência dos dados clínicos

Comorbidades	Grupo A (não aortopata) n=61	Grupo B (aortopata) n=54	Total n=115	p
Fumante	Não 46 (75,4%) Sim 5 (8,2%) Ex 10 (16,4%)	Não 19 (35,2%) Sim 13 (24,1%) Ex 22 (40,7%)	65 (56,5%) 18 (15,7%) 32 (27,8%)	<0,0001*
DM	6 (9,8%)	9(16,7%)	15(13%)	0,4062**
HAS	26(42,6%)	46(85,2%)	72(62,6%)	<0,0001**
Dislipidemia	23(37,7%)	23(42,6%)	46(40%)	0,7033**
SM	9(14,8%)	16(29,6%)	25(21,7%)	0,0703**
Dissecção	-	14(25,9%)	14(12,2%)	-
Trombo mural	-	27(50%)	27(23,5%)	-
Aneurisma de aorta	-	42(77,8%)	42(36,5%)	-

Os dados são apresentados como número absoluto (porcentagem); DM: diabetes melito; HAS: hipertensão arterial sistêmica; SM: síndrome metabólica; Ex: ex-fumante.*Teste exato de Fisher-Freeman-Halton, **Teste exato de Fisher

Foi realizada reavaliação dos dados clínicos dos pacientes do grupo B (aortopatas) com base na presença ou ausência da identificação da AKA (Tabela 5). Houve menor incidência de síndrome metabólica nos pacientes onde a AKA foi identificada com diferença estatisticamente significativa ($p=0,0391$). A incidência de aneurisma de aorta foi menor no subgrupo onde a AKA não foi identificada, porém sem significância estatística ($p=0,0941$).

Tabela 5 - Frequências dos dados clínicos nos pacientes aortopatas (grupo B)

Comorbidades	Sem AKA	Com AKA	Total	p
	n=32 (59,3%)	n=22 (40,7%)	n=54	
Fumante	Não 10 (31,2%) Sim 7 (21,9%) Ex 15 (46,9%)	Não 9 (40,9%) Sim 6 (27,3%) Ex 7 (31,8%)	19 (35,2%) 13 (24,1%) 22 (40,7%)	0,5665*
DM	6 (18,8%)	3(13,6%)	9(16,7%)	0,7230*
HAS	28(87,5%)	18(81,8%)	46(85,2%)	0,7019*
Dislipidemia	16(50%)	7(31,8%)	23(42,6%)	0,2639*
SM	13(40,6%)	3(13,6%)	16(29,6%)	0,0391*
Dissecção	8(25%)	6(27,3%)	14(25,9%)	1,0000*
Trombo mural	15(46,9%)	12(54,5%)	27(50,0%)	0,7822*
Aneurisma de aorta	22(68,8%)	20(90,9%)	42(77,8%)	0,0941*
Dissecção ou trombo mural	20(62,5%)	14(63,6%)	34(63,0%)	1,0000*

Os dados são apresentados como número absoluto (porcentagem). DM: diabetes melito; HAS: hipertensão arterial sistêmica; SM: síndrome metabólica; Ex: ex-fumante.*Teste exato de Fisher

Tabela 6 - Frequências dos dados clínicos nos pacientes em todos os participantes do trabalho

Comorbidades	Sem AKA	Com AKA	Total	p
	n=45 (39,1%)	n=70 (60,9%)	n=115	
Fumante	Não 18 (40%) Sim 10 (22,2%) Ex 17 (37,8%)	Não 47 (67,1%) Sim 8 (11,4%) Ex 15 (21,4%)	65 (56,5%) 17 (15,7%) 32 (27,8%)	0,0153*
DM	8 (17,8%)	7(10%)	15(13,0%)	0,2635**
HAS	34(75,6%)	38(54,3%)	72(62,6%)	0,0295**
Dislipidemia	19(42,2%)	27(38,6%)	46(40,0%)	0,7017**
SM	14(31,1%)	11(15,7%)	25(21,7%)	0,0648**
Dissecção	8(17,8%)	6(8,6%)	14(12,2%)	0,1556**
Trombo mural	15(33,3%)	12(17,1%)	27(23,5%)	0,0701**
Aneurisma de aorta	22(48,9%)	20(28,6%)	42(36,5%)	0,0310**
Dissecção ou trombo mural	20(44,4%)	14(20%)	34(29,6%)	0,0066**

Os dados são apresentados como número absoluto (porcentagem). DM: diabetes melito; HAS: hipertensão arterial sistêmica; SM: síndrome metabólica; Ex: ex-fumante. *Teste exato de Fisher, **Teste exato de Fisher-Freeman-Halton

Foram realizadas análises de regressão logística univariadas para determinar associação entre cada uma das covariáveis e a ocorrência de AKA não identificável (AKA=0). Estes *odds ratios* (OR, razão de chances) brutos estão apresentados na Figura 12 e Tabela 7.

Em seguida, para avaliar o impacto da associação entre cada covariável e desfecho (*outcome*) ajustado por idade, onze modelos de regressão múltipla (Anexo) contendo duas covariáveis cada (a de interesse e a de ajuste, idade) foram determinados, permitindo avaliar a persistência das relações entre cada uma das variáveis estudadas. Os OR ajustados

(para idade) estão sumarizados na Figura 13 e mostram relações semelhantes à regressão logística univariada (Figura 12).

Tabela 7 - Modelo de regressão univariada para variável desfecho de AKA não identificável

<i>Comorbidades</i>	<i>Level</i>	n	<i>Odds Ratio</i>	p
Fumante	Fumante	18	3,264 (1,112-9,580)	0,031
	Ex-fumante	32	2,959 (1,225-7,146)	0,016
	Não	65	-	-
Diabetes melito	Sim	15	1,946 (0,653-5,803)	0,232
	Não	100	-	-
Hipertensão	Sim	72	2,603 (1,139-5,949)	0,023
	Não	43	-	-
Dislipidemia	Sim	46	1,164 (0,543-2,495)	0,697
	Não	69	-	-
Síndrome metabólica	Sim	25	2,422 (0,983-5,966)	0,054
	Não	90	-	-
Aneurisma	Sim	42	2,391 (1,095-5,223)	0,029
	Não	73	-	-
Dissecção	Sim	14	2,306 (0,743-7,162)	0,148
	Não	101	-	-
Trombo	Sim	27	2,417 (1,005-5,813)	0,049
	Não	88	-	-
Dissecção e/ou trombo	Sim	34	3,200 (1,395-7,337)	0,006
	Não	81	-	-
Aneurisma sem dissecção	Sim	34	2,679 (1,178-6,096)	0,019
	Não	81	-	-
Trombo isolado (sem aneurisma ou dissecção)	Sim	6	8,625 (0,973-76,452)	0,053
	Não	109	-	-
Idade	1° tercil (<56 anos)	34	0,410 (0,151-1,116)	0,081
	2° tercil (56 a 66 anos)	39	1,267 (0,527-3,042)	0,597
	3° tercil (≥66 anos)	42	-	-

Odds ratios brutos (ou seja, não ajustados) apresentados com intervalo de confiança de 95%.

Na avaliação de regressão logística univariada, pacientes fumantes e ex-fumantes apresentaram aumento na chance de não identificação da AKA de, respectivamente, 3,26 ($p=0,031$) e 2,96 ($p=0,016$), quando comparados aos não fumantes. Pacientes com diabetes melito evidenciaram chance 1,94 vez ($p=0,232$) maior de não identificação da AKA quando comparados aos não diabéticos. Pacientes com hipertensão arterial tiveram aumento de 2,6 vezes ($p=0,023$) na chance de não identificação da AKA quando comparados aos não hipertensos. Pacientes com dislipidemia apresentaram aumento de 1,16 vez ($p=0,697$) na chance de não identificação da AKA quando comparados aos não dislipidêmicos. Pacientes com síndrome metabólica evidenciaram aumento de 2,42 vezes ($p=0,054$) na chance de não identificação da AKA quando comparados aos que não apresentam síndrome metabólica. Pacientes com aneurisma tiveram aumento de 2,39 vezes ($p=0,029$) na chance de não identificar a AKA quando comparados aos pacientes sem aneurisma. Pacientes com dissecção aórtica apresentaram aumento de 2,3 vezes ($p=0,148$) na chance de não identificar a AKA quando comparados aos pacientes sem dissecção. Pacientes com trombo mural evidenciaram aumento de 2,41 vezes ($p=0,049$) na chance de não identificar a AKA quando comparados aos pacientes sem trombo mural. Pacientes que apresentaram dissecção e/ou trombo demonstraram aumento de 3,2 vezes ($p=0,006$) na chance de identificar a AKA quando comparados aos pacientes sem dissecção e trombo. Pacientes com aneurisma sem dissecção apresentaram aumento de 2,68 vezes ($p=0,019$) na chance de não identificar a AKA quando comparados aos pacientes sem aneurisma.

Pacientes com trombo mural isolado (sem aneurisma ou dissecção) demonstraram aumento de 8,62 vezes ($p=0,053$) na chance de não identificar a AKA quando comparados aos pacientes sem trombo mural.

A idade menor que 56 anos mostrou redução de 59% ($p=0,081$) na chance de não identificação da AKA. Idade entre 56 e 66 anos evidenciou aumento na chance de 1,26 vez ($p=0,597$) para não identificação da AKA, sem significância estatística.

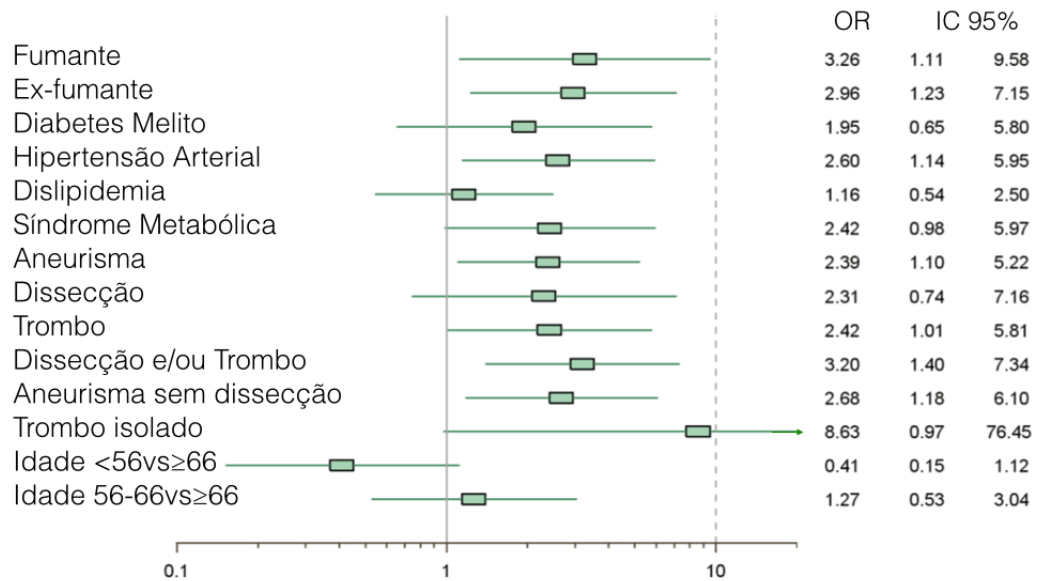


Figura 12 - Gráfico *Odds Ratio plot* representando os resultados de análises de regressão logística univariada considerando desfecho binário com evento de interesse a não identificação da AKA (AKA=0).

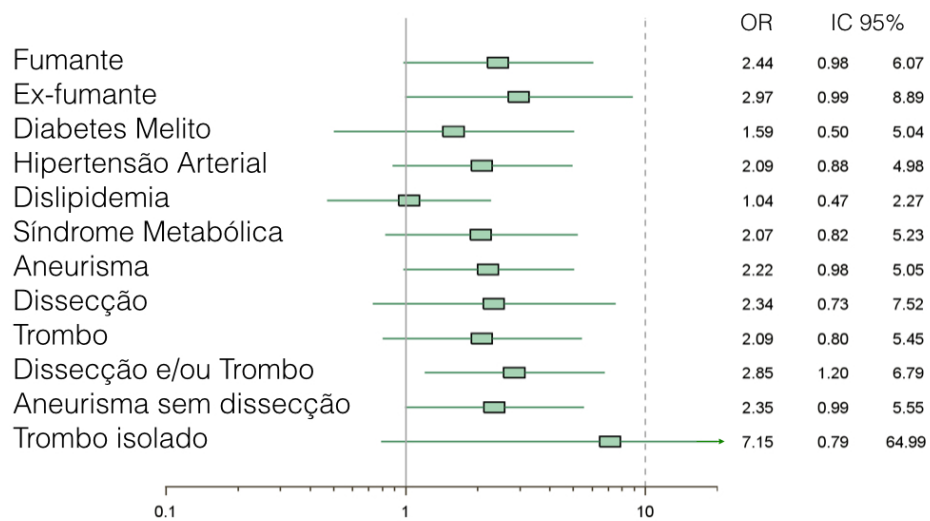


Figura 13 - *Odds Ratio plot* representando os resultados de análises de regressão logística múltipla considerando *outcome* binário com evento de interesse a não identificação da AKA (AKA=0), ajustados por tercís de idade obtidos a partir de 11 modelos de regressão logística múltipla (anexo).

5.2 Características angiotomográficas da irrigação medular

A identificação da AKA no grupo A (78,7%) foi superior à do grupo B (40,7%), com significância estatística ($p < 0,0001$). A identificação da ASA no grupo A (80,3%) foi superior à do grupo B (46,3%), com significância estatística ($p = 0,0002$) (Tabela 8).

Tabela 8 - Identificação angiotomográfica da ASA e AKA

Artéria	Grupo A	Grupo B	Total	p
ASA	49 (80,3%)	25 (46,3%)	74 (64,3%)	0,0002*
AKA	48 (78,7%)	22 (40,7%)	70 (60,9%)	<0,0001*

ASA: artéria espinhal anterior; AKA: artéria de Adamkiewicz, *Teste exato de Fisher-Freeman-Halton

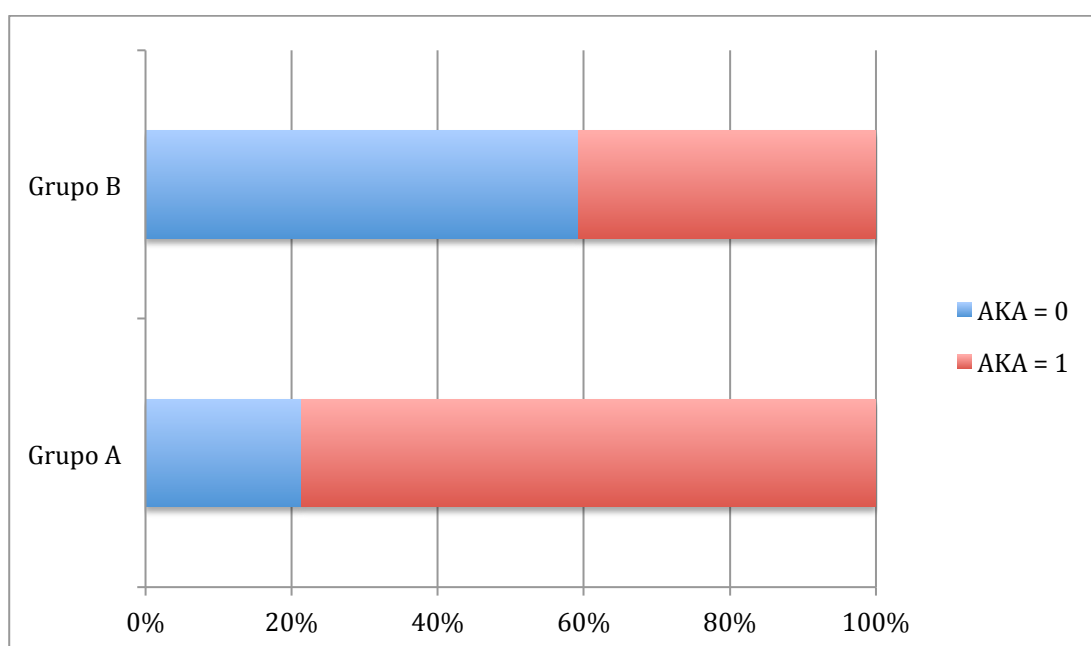


Figura 14 - Identificação angiotomográfica da AKA.

A identificação da AKA foi mais frequente do lado esquerdo (73,6%), tanto no grupo A quanto no grupo B (Tabela 9).

Tabela 9 - Distribuição da lateralidade da AKA entre os grupos.

	Grupo A	Grupo B	Total
Lado esquerdo	37 (75,5%)	16 (69,5%)	53 (73,6%)
Lado direito	12 (24,5%)	7 (30,5%)	19 (26,4%)

Os dados são apresentados como número absoluto (porcentagem)

5.3 Distribuição da identificação

A distribuição da altura da origem da AKA na população estudada pode ser visualizada na Figura 15, e a inspeção visual da distribuição via histogramas sugere distribuição gaussiana.

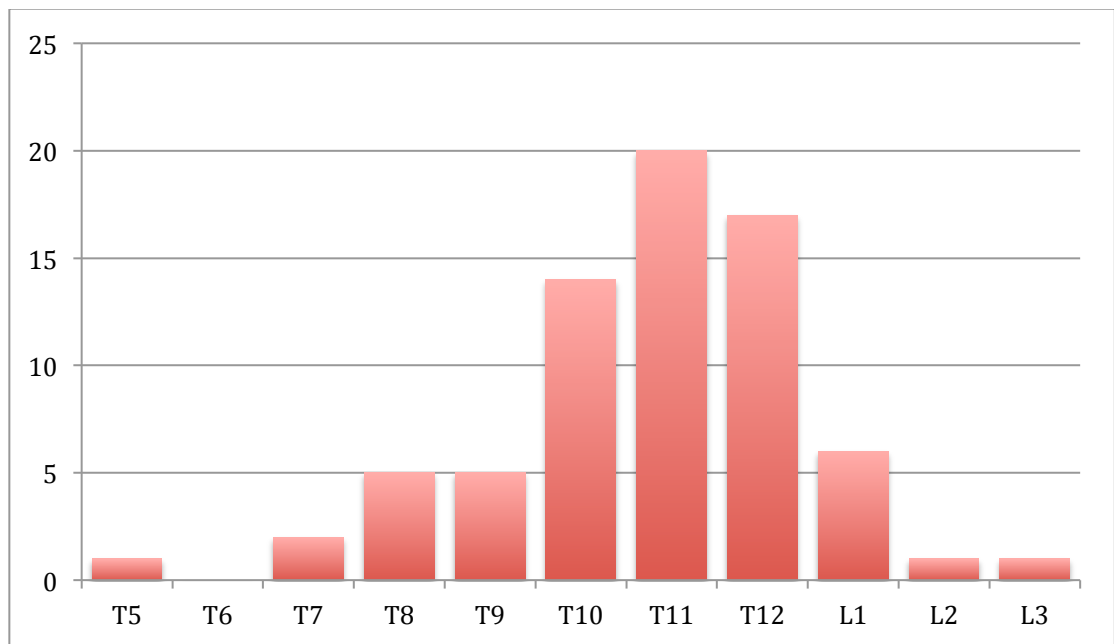


Figura 15 - Distribuição da altura da AKA, independentemente da lateralidade.

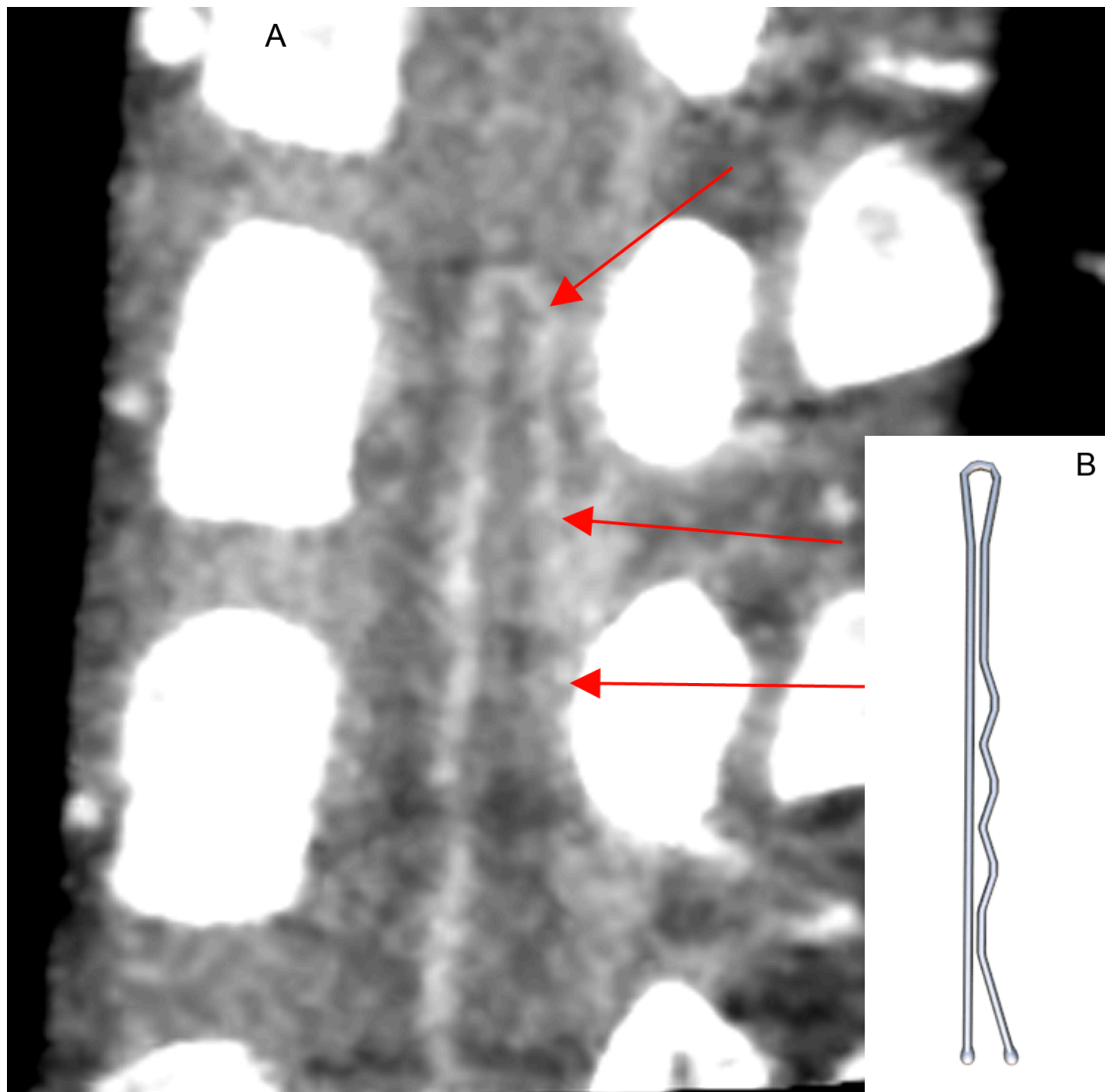


Figura 16 - (A) AKA no espaço medular anterior em corte oblíquo por reconstrução tridimensional multiplanar, em seu formato típico de *hairpin* da AKA. (B) Grampo de cabelo, *hairpin*.

Discussão

6 DISCUSSÃO

A isquemia medular é uma complicação da cirurgia aórtica que, apesar de não ser frequente, é devastadora e merece ser estudada¹⁰⁰. O estudo *in vivo* da AKA é prejudicado, pois o método considerado padrão ouro, a angiografia, apresenta complicações graves em uma frequência inaceitável⁴⁹, além de não apresentar detecção de 100% dos casos (não aortopatas 68%⁴⁹, aortopatas 60%¹⁰¹). Por esse motivo, a angiografia não foi utilizada neste trabalho como método comparativo.

As características angiotomográficas da AKA na população não aortopata, exceto em estudos anatômicos e poucos trabalhos regionais¹⁰², ainda não foi estudada. O conhecimento profundo da irrigação medular deve alterar e subsidiar a criação de novas estratégias de prevenção de isquemia medular durante a cirurgia aórtica e outros procedimentos neurocirúrgicos. Boll *et al.* analisaram 100 exames de pacientes portadores de neoplasia pancreática e aplicaram um algoritmo gráfico modificado de reconstrução de imagens de vasos cerebrais. A AKA foi visualizada em todos os casos, mas

não podemos estabelecer se a alta detecção foi devida à ausência de aortopatia ou ao diferente método de processamento de imagens³⁴.

Desta forma, na presente série de indivíduos estudados, observamos maior proporção de identificação da AKA e ASA em pacientes não aortopatas (Tabela 8, Figura 14), hipótese anteriormente sugerida na revisão prévia da literatura (Tabela 2).

A identificação da AKA na literatura, por meio de tomografia computadorizada, é possível em torno de 70% dos casos analisados, resultado próximo ao nosso de 60,9%. Alguns padrões interessantes são identificados ao se analisar os trabalhos com maiores índices de detecção da AKA. Os trabalhos mais recentes alcançaram 92% de detecção^{30,34,36,62,72,85}; equipes com mais experiência, 95%^{30,34,65}; equipes que seguem essa linha de pesquisa, publicando vários artigos sobre o mesmo assunto, apresentam taxa de 83% de identificação^{30,36,37,63,65,85,103-105}; estudos que utilizaram diversos métodos de análise concomitantemente apresentam identificação de 78%^{36,37,85}. Outro padrão interessante é a evolução da tecnologia da tomografia e o número de detectores que acompanha a melhora da identificação da AKA¹⁰⁶: TC 4 a 16 detectores, 60%; TC 40 a 64 detectores, 75%, não havendo trabalhos semelhantes com aparelhos acima de 64 detectores (Tabela 10).

O presente trabalho apresentou detecção de 78,7% da AKA em grupo não aortopata, 40,7% em grupo aortopata e 60,9% incluindo ambos os grupos. Alguns trabalhos têm o índice de detecção muito acima da média^{34,72}, provavelmente por terem sido realizados em crianças livres de

aortopatia aterosclerótica(95%)⁷² ou pacientes que realizaram tomografia computadorizada por outras doenças que não aortopatias(100%)³⁴.

Estudos prévios de identificação da AKA analisaram aortopatas^{26,30,36,37,58,62,65,69,70,85-87} e não aortopatas^{34,57,68,72} e, embora sugerissem uma identificação diferente entre esses grupos, como a metodologia aplicada era distinta, essa diferença não podia ser confirmada.

A técnica da tomografia computadorizada baseia-se na emissão de raios-x, que são mais absorvidos pela massa óssea e, como a localização das artérias estudadas é dentro de uma estrutura óssea de alta densidade, ocorrem artefatos de aquisição. A estrutura corpórea de pacientes obesos também absorve mais raios-x (menos fótons alcançam os detectores), aumentando o ruído e diminuindo a relação sinal/ruído e contraste/ruído, dificultando a análise das imagens. Esse pode ser o motivo pelo qual os resultados em população japonesa, mais magra que a europeia e a americana, tenham sido melhores^{70,85}; pacientes neoplásicos^{34,68} e crianças⁷² também apresentaram melhores imagens. O IMC médio neste trabalho foi de 27,4 kg/m² para o grupo não aortopata e 26,7 kg/m² para o grupo aortopata, muito acima do IMC médio populacional de 21,9 kg/m² dos japoneses e abaixo dos americanos¹⁰⁷, com IMC médio de 28,3 kg/m².

A injeção de contraste intra-arterial mostrou imagens impressionantes e taxa de detecção da AKA entre 94,1 e 100%. Este método, porém, é mais invasivo, além de não ser rotina no pré-operatório da maioria dos centros médicos¹⁰⁸.

Tabela 10 - Principais trabalhos nos quais a AKA foi detectada utilizando a angiotomografia computadorizada

Ano	Autor	Indicação do exame	DISS	AKA (%)	Idade	M/F	TC *
2002	Takase ⁶⁵	AAA(20)+DTA(35)+ Aterosclerose(15)	19/70	63/70 (90)	68,4	54/16	4
2003	Yoshioka ³⁷	DTA+TAAA	10/30	24/30 (80)	64	25/5	4
2003	Kudo ⁵⁷	Doença hepática	-	13/19 (68)	56,2	14/5	4
2005	Nishimura ⁶⁸	Tumores retroperitoneais, hepáticos, metástase em vértebras	-	12/14 (85)	65,6	9/5	
2006	Yoshioka ³⁶	DTA(18)+TAAA(12)	12/30	25/30 (83)	63,8	23/7	16
2006	Boll ³⁴	Tumor de pâncreas	-	100/100 (100)	61,7	56/44	40
2007	Takase ³⁰	DTA(6)+TAAA(4)	5/10	9/10 (90)	61	9/1	8
2007	Nojiri ⁶²	DTA+TAAA	14/27	27/27 (100)	62,4	21/6	4
2007	Nijenhuis ⁸⁵	DTA(16)+TAAA(23)	14/39	29/39 (74)	65	20/19	4
2007	Ou ⁷²	Crianças	-	38/40 (95)	7,5	23/17	64
2007	Von Tengg ⁶⁹	TAA(6)+Úlcera(2)+ DISS(5)+ DISS em expansão(5)	5	10/17 (58)	63	13/4	16
2008	Nakayama ⁷⁰	DTA(29)+AAA(26)+ Takayasu(4)	0	45/80 (56,3)	67,2	50/30	64
2008	Uotani ⁵⁸	DTA(12)+TAAA(20)	11	25/32 (78)	68,1	22/10	16
2008	Utsunomiya ⁸⁶	TAAA+DTA	0	50/80 (62)	69,3	51/29	64
2009	Zhao ⁸⁷	An (31)+Hematoma Intramural(5)+ Normais (18)	45	18/99 (18)	61,3	68/31	16
2009	Melissano ²⁶	DTA(17)+TAAA(36)+ DISS(9)+Pseudoaneurisma(1)	9	45/67 (67,1)	65,6	57/10	64
Total			144	533/754 (70,6)	61	515/239	

* Informação obtida através de contato direto com autores através de *email*, quando não existente na publicação; DISS: dissecação; DTA: aneurisma da aorta torácica descendente; M/F: masculino/feminino; TC: número de detectores na tomografia computadorizada

Em 1994, Sakai et al.¹⁰⁹ mostraram que era factível a identificação da irrigação medular mediante o uso da angiotomografia em imagens axiais e cortes de 1 cm e identificaram a AKA em 27% dos pacientes. Com o

desenvolvimento da técnica tomográfica e recursos de pós-processamento de imagens, o método tornou-se reprodutível, com melhores resultados. Aparelhos de tomografia helicoidais com múltiplos detectores permitem a avaliação extensa de toda a medula espinhal, com varredura craniocaudal, colimação fina e em um curto espaço de tempo. Artérias finas como a rede de vasculatura medular estão dentro da capacidade de detecção dessa técnica³⁴, apesar de poucos trabalhos alcançarem 100% de identificação, não só por limitações técnicas, mas provavelmente pelo fato de os estudos focarem o grupo de aortopatas. Aqueles que estudaram pacientes com aortas sadias^{34,57,68,72} obtiveram índice de detecção maior que os demais estudos (Tabela 10)

6.1 Considerações relacionadas ao protocolo de estudo

6.1.1 Escolha do método de imagem

A escolha da angiotomografia como método de imagem baseou-se no fato de ser um exame realizado rotineiramente no pré-operatório de pacientes com doenças arteriais, rápido e disponível na maioria dos grandes centros, com metodologia facilmente reprodutível. A angiotomografia possui alta sensibilidade e especificidade para detecção de aterosclerose aórtica^{14,92} e outras doenças aórticas¹⁴. A melhoria constante de técnicas de pós-processamento de imagem requerem sua reavaliação periódica.

A angiotomografia apresenta dificuldade em diferenciar a AKA da rede venosa, principalmente porque a veia anterior mediana drena para uma veia radicular que possui formato semelhante³¹(Figura 3). Fried⁴⁸ demonstrou que a veia radicular magna possui formato em *coat-hook* (gancho de cabide) (Figura 17 e Figura 3) típico e diferente do formato de *hairpin* (grampo de cabelo) (Figura 16) como a AKA. Essa diferenciação é ainda mais difícil na região anterior, onde a veia possui calibre maior e é mais facilmente detectada³¹. Por essas razões, Backes *et al.* criticam o uso da angiotomografia baseada em apenas critérios anatômicos para avaliar a vasculatura medular¹¹⁰.

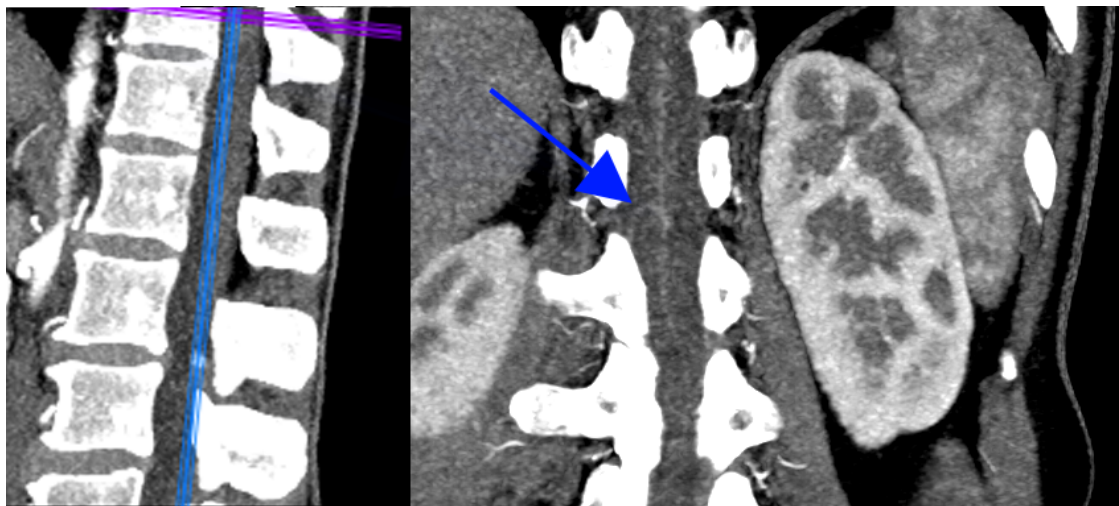


Figura 17 - Formato *Coat-hook* da veia radicular magna. (A) Corte sagital evidenciando eixo azul do corte oblíquo. (B) Corte oblíquo próximo ao coronal.

Recentemente, foi proposta a avaliação pela ultrassonografia com *Doppler* de alta resolução, um método não invasivo e promissor, mas ainda em fase inicial de investigação¹¹¹.

6.1.2 Definição do protocolo de imagem

O protocolo de imagem utilizado foi o mais próximo da angiotomografia habitual, de modo que representa o exame feito rotineiramente em muitos centros médicos. Observou-se com critério a minimização da dose de radiação para diminuir os riscos ¹¹².

6.1.3 Particularidades da angiotomografia

A angiotomografia, por ser um método baseado nos raios-x, apresenta artefatos próximos de estruturas muito densas, como ossos. Os vasos estudados estão circundados por um arcabouço ósseo, porém o uso de equipamentos modernos permite a minimização desse problema ¹¹³⁻¹¹⁵.

A avaliação pré-operatória com a angiotomografia tem a vantagem de ser um exame obrigatório na programação da cirurgia da aorta, com precisão milimétrica, podendo ser utilizado sem maiores mudanças da técnica para identificação da principal artéria de irrigação medular.

6.2 Considerações relacionadas aos resultados

6.2.1 Aspectos relevantes de seleção dos grupos

A idade média dos pacientes do grupo A (53,7 anos) foi menor que a dos pacientes do grupo B (64,8 anos), com $p < 0,001$ em virtude de o fator de risco da aterosclerose e doenças da aorta ser a idade ¹¹⁶. Por esse motivo, a regressão logística multivariada controlada pela idade também foi realizada.

6.2.2 Aspectos clínicos relevantes

A maior frequência de pacientes fumantes e ex-fumantes no grupo B é compatível com o fato de o tabagismo ser fator de risco importante para a aterosclerose e, portanto, aortopatia¹¹⁶.

A maior incidência de pacientes hipertensos no grupo aortopata também ocorre, de modo correlato, por ser, esta doença, importante fator de risco cardiovascular¹¹⁶.

A regressão logística multivariada controlada pela idade mostrou persistência das relações nas variáveis estudadas (Figura 12 e Figura 13), apesar da diferença de idade nos grupos testados.

Todas as variáveis de comorbidades e fatores de risco para aterosclerose testadas apresentaram diminuição na identificação da AKA. No grupo de pacientes fumantes, ex-fumantes e hipertensos, a chance de não identificação da AKA teve significância estatística. Os pacientes em que a AKA não pode ser demonstrada apresentaram maior incidência de síndrome metabólica (31,1%), ao passo que, naqueles em que a AKA pôde ser avaliada, o índice de síndrome metabólica foi mais baixo (15,7%), como mostra a Tabela 6. Esse fato pode ser consequência dessa síndrome estar relacionada a danos vasculares ateroscleróticos mais avançados¹¹⁷, aumentando em 2,42 vezes ($p=0,054$) a chance de não identificação da AKA quando comparados aos que não apresentam síndrome metabólica. Todas as variáveis binárias de doenças da aorta testadas (trombo mural, dissecação e/ou trombo, aneurismas com e sem dissecação) apresentaram redução na identificação da AKA com significância estatística, provavelmente por

alteração do fluxo sanguíneo na aorta e seus ramos, oclusão do óstio das artérias intercostais, tortuosidade das artérias por distorção anatômica, oclusão pelo *flap* da dissecção, por placa aterosclerótica ou por trombo mural.

Quando a AKA não é identificada, ela pode estar ocluída, pode não existir ou pode ser fina demais para detecção pelo método utilizado. Nesses casos, a vascularização medular pode depender de outras vias colaterais, cuja exclusão cirúrgica aumentaria o risco de isquemia medular ⁴⁶, enquanto a exclusão da área crítica não teria nenhuma consequência na irrigação da medula.

6.2.3 Distribuição anatômica

A distribuição da altura da origem da AKA na população estudada pode ser visualizada na Figura 18, sobreposta à distribuição encontrada na literatura^{26,30,34,36,37,57,58,62,65,68-70,72,85-87}.

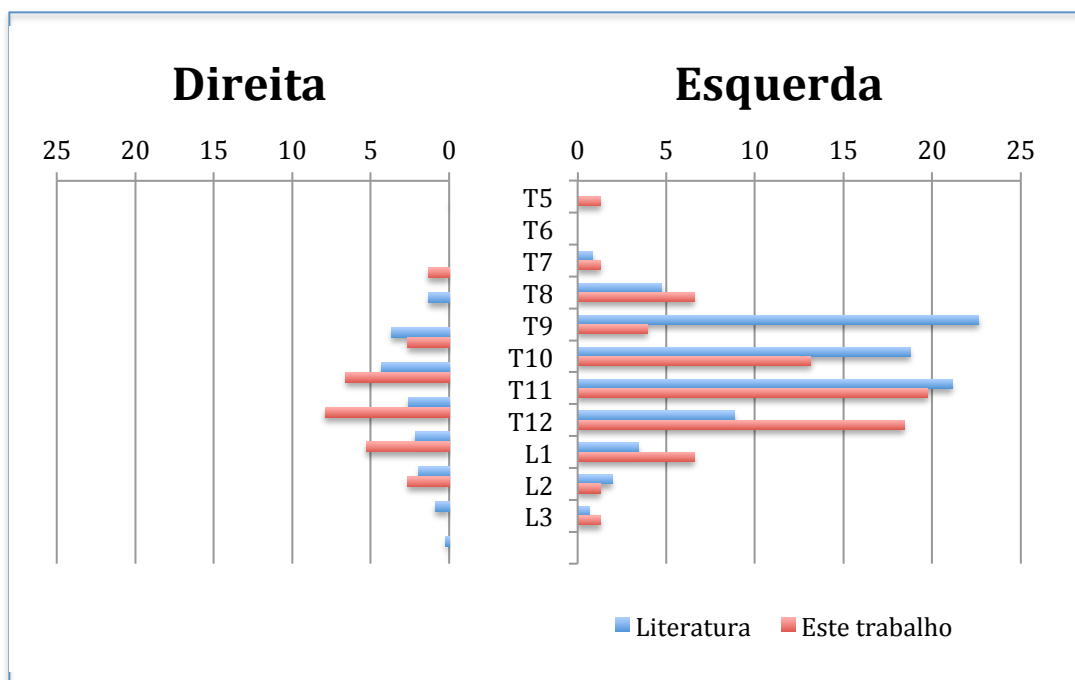


Figura 18 - Distribuição da origem da AKA no presente trabalho comparativamente com a literatura.

Tabela 11 - Avaliação da distribuição da AKA neste trabalho e na literatura

	Direita		Esquerda		Total	
	Literatura	Tese	Literatura	Tese	Literatura	Tese
T5	0(0%)	0(0%)	1(0,4%)	1(1,79%)	1(0,28%)	1(1,32%)
T6	0(0%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)		
T7	1(0,92%)	1(5%)	5(1,98%)	1(1,79%)	6(1,66%)	2(2,63%)
T8	5(4,59%)	0(0%)	18(7,14%)	5(8,93%)	23(6,37%)	5(6,58%)
T9	23(21,1%)	2(10%)	61(24,21%)	3(5,36%)	84(23,27%)	5(6,58%)
T10	28(25,69%)	5(25%)	55(21,83%)	10(17,86%)	83(22,99%)	15(19,74%)
T11	16(14,68%)	6(30%)	45(17,86%)	15(26,79%)	61(16,90%)	21(27,63%)
T12	18(16,51%)	4(20%)	35(13,89%)	14(25%)	53(14,68%)	18(23,68%)
L1	12(11,01%)	2(10%)	19(7,54%)	5(8,93%)	31(8,59%)	7(9,21%)
L2	5(4,59%)	0(0%)	10(3,97%)	1(1,79%)	15(4,16%)	1(1,32%)
L3	1(0,92%)	0(0%)	3(1,19%)	1(1,79%)	4(1,11%)	1(1,32%)
Pr≤P	0,5262 (IC 99% 0,5171-0,5352)*		0,0186 (IC 99% 0,0210)*		0,0062 (IC 99% 0,0048-0,0076)*	

* teste de Fisher-Freeman-Halton, estimativa do valor-p exato via método de Monte Carlo

Apesar da aparente similaridade na distribuição da AKA do lado esquerdo (Figura 18), a identificação neste trabalho foi maior entre T10 e T12 (70%), ao passo que, na literatura, foi entre T9 e T11 (63%).

Observou-se diferença significativa na distribuição da AKA à esquerda entre a literatura e este trabalho ($p=0,0186$). Não se observou diferença significativa na distribuição da AKA à direita entre a literatura e este trabalho ($p=0,5262$); porém, quando a lateralidade não é considerada, observa-se pequena diferença entre a tese e a literatura ($p=0,0062$).

A maior identificação da AKA no lado esquerdo pode decorrer da menor distância e tortuosidade entre a aorta e a ASA deste lado ¹¹⁸.

6.2.4 Uso da angiotomografia de rotina

A angiotomografia é o método de escolha na programação pré-operatória de cirurgias da aorta. A inclusão da avaliação da AKA nas imagens adquiridas não é dispendiosa e requer apenas o conhecimento da anatomia pelo avaliador e *software* adequado.

6.3 Limitações

A ausência de um método padrão-ouro com baixo risco para comparação de métodos é uma limitação deste estudo.

A estipulação de um valor limite de radiação aceitável também limitou a qualidade da imagem adquirida; porém, o método utilizado necessitou, em média, de 12 mSv/(mGy·cm), dose considerada segura, reprodutível^{119,120} e que propicia cobertura satisfatória da aorta.

O aumento do volume de contraste e da radiação emitida com exames *gateados*, realizados durante o teste piloto deste trabalho, aparentemente melhora a imagem e aumenta a identificação da AKA, mas sua aplicação inviabiliza a execução do exame de modo seguro em população sadia.

6.4 Implicações para a prática clínica atual

A identificação da AKA pelo método angiotomográfico e pós-processamento em computador com *software open source OsiriX®* é factível.

A angiotomografia de aorta é exame realizado rotineiramente no pré-operatório de aneurismas de aorta tóraco-abdominais. O protocolo de realização de imagens aqui proposto é compatível com o que é atualmente realizado na maioria dos serviços. Cortes finos para avaliação das imagens são obtidos pela maioria dos aparelhos de tomografia atuais, assim como a exportação em formato DICOM *RAW*.

O *software OsiriX* é gratuito e está disponível na Internet, sendo possível seu uso por quem quer que tenha um computador *Apple™* à disposição.

O conhecimento prévio da irrigação medular pode orientar a tática cirúrgica e a escolha do material, visando preservar a perfusão medular e sua circulação colateral. No planejamento cirúrgico, quando há risco de

exclusão de dois territórios de irrigação medular⁴⁶ no intraoperatório, sugere-se a prevenção da oclusão da AKA com o conhecimento prévio de sua localização utilizando o método aqui proposto, ou, na impossibilidade de evitar sua oclusão, ao menos evitar a oclusão de outras vias colaterais.

O conhecimento anatômico da irrigação medular também é importante na cirurgia de coluna, quando sua ligadura acidental pode desenvolver isquemia medular^{41,100}.

A distribuição anatômica apontada por este trabalho mostra maior prevalência da origem da AKA entre T10 e T12 (70%) e do lado esquerdo na população estudada. Assim, ressalta-se que, na impossibilidade de aplicar o método de imagem proposto, o estudo anatômico exposto neste trabalho mostra a existência de área crítica, de grande importância na irrigação medular, que deve ter a atenção do cirurgião e que, se possível, deve ser preservada.

6.5 Perguntas não respondidas

A limitação técnica da angiotomografia não permite a identificação na totalidade da AKA. Caso a AKA não seja identificada por ter menor calibre e fluxo sanguíneo, essa mesma AKA não teria tanta relevância clínica quanto uma AKA prontamente visível e calibrosa, sendo as vias colaterais de irrigação nesses pacientes mais importantes?

Conclusões

7 CONCLUSÕES

A comparação da identificação da artéria de Adamkiewicz (AKA) e da artéria espinhal superior (ASA) em pacientes aortopatas e não aortopatas, na presente série de pacientes, respeitando-se suas limitações e utilizando-se o método proposto, permitiu concluir que:

1. A ASA e a AKA não são identificadas na totalidade dos pacientes;
2. A AKA é mais identificável em pacientes não aortopatas;
3. A ASA é mais identificável em pacientes não aortopatas;
4. A distribuição da AKA na população estudada não se assemelha à literatura;
5. A origem da AKA foi mais identificada à esquerda;
6. A origem da AKA foi mais identificada na altura de T10 a T12;
7. Tabagismo, hipertensão arterial, aneurisma, trombo mural, dissecção e/ou trombo diminuem a chance de identificação da AKA.

8 ANEXOS

Distribuição da AKA na literatura entre os trabalhos que apresentaram as características da AKA em angiotomografia.

		T7	T8	T9	T10	T11	T12	L1	L2	L3	Total
Uotani K	Esquerda	1	1	6	6	1	1	0	2	0	18
	Direita	0	0	2	3	1	1	0	0	0	7
Nishimura	Esquerda	1		1	1	2	3	1	2		11
	Direita					1	1	3			5
Von Teng	Esquerda			2	3	2	1				8
	Direita				1		1				2
Kudo	Esquerda				4	2		2	1		9
	Direita					3	1				4
Ou	Esquerda	1	0	4	15	5	2				27
	Direita			2	6	2	1				11
Nojiri J	Esquerda	0	0	5	4	2	3	2	2	3	21
	Direita	0	1	3	5	0	0	4	0	1	14
Yoshioka	Esquerda	0	2	4	7	3	2	3	0	0	21
	Direita	0	0	1	2	2	2	1	0	0	8
Zhao	Esquerda	0	1	3	3	4	2				13
	Direita	1	0	1	0	1	2				5
Nakayama	Esquerda				3		3	1			7
	Direita				1	1	1				3
Yoshioka K	Esquerda	1	2	8	7	3	1	0	0	0	22
	Direita	0	0	2	3	0	0	0	0	0	5
Takase	Esquerda	1	6	14	1	14	9	6	3		54
	Direita		1	5	6	3	4	2	3		24
Melissano	Esquerda	1	2	3	11	10	10	4			41
	Direita		1	3	5	4	4	2	2		21
Total	Esquerda	1	5	18	61	45	35	19	10	3	252
Total	Direita	0	1	5	23	16	18	12	5	1	109
	Total	1	6	23	84	83	61	53	31	4	361

Modelos de regressão logística multivariada

Variável	Level	Odds Ratio	IC 95% Low	IC 95% Up	P-value
Fumante	Ex-fumante	2.44	0.98	6.07	0.055
	fumante	2.97	0.99	8.89	0.052
	Não fumante	-	-	-	-
Idade	1º tercil:< 56	0.51	0.18	1.45	0.207
	2º tercil:56 - 66	1.25	0.51	3.08	0.630
	3º tercil:≥ 66	-	-	-	-
N=115; Modelo de regressão logística multivariada ajustado para tercis da distribuição da idade. Desfecho AKA=0					

Variável	Level	Odds Ratio	IC 95% Low	IC 95% Up	P-value
Diabetes melito	Sim	1.59	0.50	5.04	0.433
	Não	-	-	-	-
Idade	1º tercil:< 56	0.46	0.16	1.33	0.152
	2º tercil:56 - 66	1.37	0.56	3.37	0.497
	3º tercil:≥ 66	-	-	-	-
N=115; Modelo de regressão logística multivariada ajustado para tercis da distribuição da idade. Desfecho AKA=0					

Variável	Level	Odds Ratio	IC 95% Low	IC 95% Up	P-value
Dislipidemia	Sim	1.04	0.47	2.27	0.929
	Não	-	-	-	-
Idade	1º tercil:< 56	0.41	0.15	1.13	0.085
	2º tercil:56 - 66	1.27	0.53	3.04	0.596
	3º tercil:≥ 66	-	-	-	-
N=115; Modelo de regressão logística multivariada ajustado para tercis da distribuição da idade. Desfecho AKA=0					

Variável	Level	Odds Ratio	IC 95% Low	IC 95% Up	P-value
HAS	Sim	2.09	0.88	4.98	0.096
	Não	-	-	-	-
Idade	1º tercil:< 56	0.50	0.18	1.42	0.194
	2º tercil:56 - 66	1.20	0.49	2.93	0.684
	3º tercil:≥ 66	-	-	-	-

N=115; Modelo de regressão logística multivariada ajustado para tercís da distribuição da idade. Desfecho AKA=0

Variável	Level	Odds Ratio	IC 95% Low	IC 95% Up	P-value
Síndrome metabólica	Sim	2.07	0.82	5.23	0.123
	Não	-	-	-	-
Idade	1º tercil:< 56	0.47	0.17	1.31	0.149
	2º tercil:56 - 66	1.30	0.54	3.17	0.560
	3º tercil:≥ 66	-	-	-	-

N=115; Modelo de regressão logística multivariada ajustado para tercís da distribuição da idade. Desfecho AKA=0

Variável	Level	Odds Ratio	IC 95% Low	IC 95% Up	P-value
Aneurisma	Sim	2.22	0.98	5.05	0.057
	Não	-	-	-	-
Idade	1º tercil:< 56	0.52	0.18	1.48	0.220
	2º tercil:56 - 66	1.49	0.60	3.72	0.388
	3º tercil:≥ 66	-	-	-	-

N=115; Modelo de regressão logística multivariada ajustado para tercís da distribuição da idade. Desfecho AKA=0

Variável	Level	Odds Ratio	IC 95% Low	IC 95% Up	P-value
Dissecção	Sim	2.34	0.73	7.52	0.155
	Não	-	-	-	-
Idade	1º tercil:< 56	0.40	0.14	1.09	0.072
	2º tercil:56 - 66	1.21	0.50	2.94	0.673
	3º tercil:≥ 66	-	-	-	-

N=115; Modelo de regressão logística multivariada ajustado para tercís da distribuição da idade. Desfecho AKA=0

Variável	Level	Odds Ratio	IC 95% Low	IC 95% Up	P-value
Trombo	Sim	2.09	0.80	5.45	0.131
	Não	-	-	-	-
Idade	1º tercil:< 56	0.55	0.19	1.63	0.284
	2º tercil:56 - 66	1.51	0.60	3.79	0.381
	3º tercil:≥ 66	-	-	-	-

N=115; Modelo de regressão logística multivariada ajustado para tercís da distribuição da idade. Desfecho AKA=0

Variável	Level	Odds Ratio	IC 95% Low	IC 95% Up	P-value
Dissecção e/ou trombo	Sim	2.85	1.20	6.79	0.018
	Não	-	-	-	-
Idade	1º tercil:< 56	0.56	0.20	1.61	0.284
	2º tercil:56 - 66	1.47	0.59	3.67	0.410
	3º tercil:≥ 66	-	-	-	-

N=115; Modelo de regressão logística multivariada ajustado para tercís da distribuição da idade. Desfecho AKA=0

Variável	Level	Odds Ratio	IC 95% Low	IC 95% Up	P-value
Aneurisma sem dissecção	Sim	2.35	0.99	5.55	0.051
	Não	-	-	-	-
Idade	1º tercil:<56	0.53	0.19	1.51	0.236
	2º tercil:56 - 66	1.42	0.58	3.52	0.444
	3º tercil:≥66	-	-	-	-
N=115; Modelo de regressão logística multivariada ajustado para tercís da distribuição da idade. Desfecho AKA=0					

Variável	Level	Odds Ratio	IC 95% Low	IC 95% Up	P-value
Trombo isolado	Sim	7.15	0.79	64.99	0.081
	Não	-	-	-	-
Idade	1º tercil:<56	0.49	0.17	1.35	0.167
	2º tercil:56 - 66	1.38	0.56	3.41	0.479
	3º tercil:≥66	-	-	-	-
N=115; Modelo de regressão logística multivariada ajustado para tercís da distribuição da idade. Desfecho AKA=0					

Referências bibliográficas

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adamkiewicz: Pronúncia em polonês; Disponível em: <http://pt.forvo.com/word/adamkiewicz/>. [citado 30 Set. 2012].
2. Zeldes A. Automatic Phonetic Transcription and Syllable Analysis. Disponível em: <http://korpling.german.hu-berlin.de/~amir/phon.php>. [citado 10 Out. 2012].
3. Milen MT, Bloom DA, Culligan J, Murasko K. Albert Adamkiewicz (1850-1921)--his artery and its significance for the retroperitoneal surgeon. *World J Urol.* 1999, Jun;17(3):168-70.
4. Skalski JH, Zembala M. Albert Wojciech Adamkiewicz: The discoverer of the variable vascularity of the spinal cord. *Ann Thorac Surg.* 2005, Nov;80(5):1971-5.
5. Adamkiewicz A. Die blutgefäße des menschlichen rückenmarkes. I theil. *Sitzungsberichte Der Kaiserlichen Akademie Der Wissenschaften Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe.* 1881, Dez;84(3):469-502.
6. Adamkiewicz A. Die blutgefäße des menschlichen rückenmarkes. II theil. *Sitzungsberichte Der Kaiserlichen Akademie Der Wissenschaften Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe.* 1882;85(2):101-35.

-
7. Melissano G, Civilini E, Bertoglio L, Calliari F, Campos Moraes Amato A, Chiesa R. Angio-CT imaging of the spinal cord vascularisation: A pictorial essay. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2010, Abr;39(4):436-40.
8. Valenstein PN. Evaluating diagnostic tests with imperfect standards. *Am J Clin Pathol*. 1990, Fev;93(2):252-8.
9. Howden LM, Meyer JA. United States census bureau; Age and Sex Composition: 2010. Disponível em: <http://www.census.gov/prod/cen2010/briefs/c2010br-03.pdf>.
10. IBGE. *Projeção da população do Brasil por sexo e idade 1980-2050*. Rio de Janeiro: IBGE; 2008.
11. Eurostat. *Regions of the european union: A statistical portrait*. Office for Official Publications of the European Communities; 2008.
12. WHO. *WHO report on the global tobacco epidemic, 2011. Warning about the dangers of tobacco*. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2011.
13. Lederle FA, Johnson GR, Wilson SE, Chute EP, Hye RJ, Makaroun MS, et al. The aneurysm detection and management study screening program: Validation cohort and final results. *Archives of Internal Medicine*. 2000;160(10):1425.
14. Hiratzka LF, Bakris GL, Beckman JA, Bersin RM, Carr VF, Casey DE, et al. 2010 ACCF/AHA/AATS/ACR/ASA/SCA/SCAI/SIR/STS/SVM guidelines for the diagnosis and management of patients with thoracic aortic disease: A report of the american college of cardiology foundation/american heart association task force on practice guidelines, american association for

thoracic surgery, american college of radiology, american stroke association, society of cardiovascular anesthesiologists, society for cardiovascular angiography and interventions, society of interventional radiology, society of thoracic surgeons, and society for vascular medicine. *Circulation*. 2010, Abr 6;121(13):e266-369.

15. Biancarelli A, Cassenote A. *Demografia médica no brasil*. São Paulo: Conselho Regional de Medicina do Estado de São Paulo; 2011.

16. IBGE. *Indicadores sociodemográficos e de saúde no brasil: 2009*. IBGE; 2009.

17. Greenberg RK, Lytle B. Endovascular repair of thoracoabdominal aneurysms. *Circulation*. 2008, Abr 29;117(17):2288-96.

18. Svensson LG, Crawford ES, Hess KR, Coselli JS, Safi HJ. Experience with 1509 patients undergoing thoracoabdominal aortic operations. *J Vasc Surg*. 1993, Fev;17(2):357-68; discussion 368-70.

19. Chiesa R, Melissano G, Bertoglio L, Amato ACM, Tshomba Y, Civilini E, et al. The risk of spinal cord ischemia during thoracic aorta endografting. *Acta Chir Belg*. 2008;108.

20. Smith FC, Grimshaw GM, Paterson IS, Shearman CP, Hamer JD. Ultrasonographic screening for abdominal aortic aneurysm in an urban community. *Br J Surg*. 1993, Nov;80(11):1406-9.

21. Barbato JE, Kim JY, Zenati M, Abu-Hamad G, Rhee RY, Makaroun MS, Cho JS. Contemporary results of open repair of ruptured descending thoracic and thoracoabdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg*. 2007, Abr;45(4):667-76.

22. Gottardi R, Dumfarth J, Holfeld J, Schoder M, Funovics M, Laufer G, et al. Symptomatic spinal cord malperfusion after stent-graft coverage of the entire descending aorta. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2010, Mai;37(5):1081-5.

23. Eggebrecht H, Nienaber CA, Neuhäuser M, Baumgart D, Kische S, Schmermund A, et al. Endovascular stent-graft placement in aortic dissection: A meta-analysis. *Eur Heart J*. 2006, Fev;27(4):489-98.

24. Czerny M, Funovics M, Sodeck G, Dumfarth J, Schoder M, Juraszek A, et al. Long-term results of thoracic endovascular aortic repair in atherosclerotic aneurysms involving the descending aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2010, Dez;140(6 Suppl):S179-84; discussion S185-S190.

25. Buth J, Harris PL, Hobo R, van Eps R, Cuypers P, Duijm L, Tielbeek X. Neurologic complications associated with endovascular repair of thoracic aortic pathology: Incidence and risk factors. A study from the european collaborators on stent/graft techniques for aortic aneurysm repair (EUROSTAR) registry. *J Vasc Surg*. 2007, Dez;46(6):1103-1110; discussion 1110-1.

26. Melissano G, Amato ACM, Bertoglio L, Civilini E, Civelli V, Coppi G, et al. Demonstration of the Adamkiewicz artery by multidetector computed tomography angiography analysed with open-source software OsiriX. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2009.

27. Thron AK. *Vascular anatomy of the spine*. Oxford: Oxford University Press; 2002.

-
28. Thron AK, Rossberg C. *Vascular anatomy of the spinal cord: Neuroradiological investigations and clinical syndromes*. Springer; 1988.
29. Thron AK. *Vascular anatomy of the spinal cord: Neuroradiological investigations and clinical syndromes*. Springer-Verlag; 1989.
30. Takase K, Akasaka J, Sawamura Y, Ota H, Sato A, Yamada T, et al. Preoperative MDCT evaluation of the artery of Adamkiewicz and its origin. *J Comput Assist Tomogr*. 2006;30(5):716-22.
31. Melissano G, Chiesa R. Advances in imaging of the spinal cord vascular supply and its relationship with paraplegia after aortic interventions. A review. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2009, Nov;38(5):567-77.
32. Toole JF, Patel AN. *Cerebrovascular disorders*. United States of America: McGraw-Hill; 1967.
33. Dickman C, Fehlings M, Gokaslan Z. *Spinal cord and spinal column tumors: Principles and practice*. Thieme; 2006.
34. Boll DT, Bulow H, Blackham KA, Aschoff AJ, Schmitz BL. MDCT angiography of the spinal vasculature and the artery of Adamkiewicz. *AJR Am J Roentgenol*. 2006, Out;187(4):1054-60.
35. Machado ABM. *Neuroanatomia funcional*. 2 ed. Atheneu; 2002.
36. Yoshioka K, Niinuma H, Ehara S, Nakajima T, Nakamura M, Kawazoe K. MR angiography and CT angiography of the artery of Adamkiewicz: State of the art. *Radiographics*. 2006, Out;26 Suppl 1:S63-73.
37. Yoshioka K, Niinuma H, Ohira A, Nasu K, Kawakami T, Sasaki M, Kawazoe K. MR angiography and CT angiography of the artery of

Adamkiewicz: Noninvasive preoperative assessment of thoracoabdominal aortic aneurysm. *Radiographics*. 2003;23(5):1215-25.

38. Etz CD, Kari FA, Mueller CS, Silovitz D, Brenner RM, Lin HM, Griep RB. The collateral network concept: A reassessment of the anatomy of spinal cord perfusion. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2011, Abr;141(4):1020-8.

39. Bowen BC, DePrima S, Pattany PM, Marcillo A, Madsen P, Quencer RM. MR angiography of normal intradural vessels of the thoracolumbar spine. *American Journal of Neuroradiology*. 1996;17(3):483-94.

40. Dickman C, Fehlings M, Gokaslan Z. *Spinal cord and spinal column tumors: Principles and practice*. Thieme; 2006.

41. Charles YP, Barbe B, Beaujeux R, Boujan F, Steib JP. Relevance of the anatomical location of the Adamkiewicz artery in spine surgery. *Surg Radiol Anat*. 2011, Jan;33(1):3-9.

42. Manjila S, Haroon N, Parker B, Xavier AR, Guthikonda M, Rengachary SS. Albert Wojciech Adamkiewicz (1850-1921): Unsung hero behind the eponymic artery. *Neurosurg Focus*. 2009, Jan;26(1):E2.

43. Cech P, Kachlik D, Liskovec T, Musil V. Frekvence eponym s příjmením Adamkiewicz a neeponymních alternativ pro pojmenování hlavní tepny hřbetní míchy v člancích vedených v databázi medline na počátku 21. Století [frequência dos epônimos com o sobrenome Adamkiewicz e alternativas para nomear as principais artérias nos artigos medula espinhal dorsal mantida no banco de dados medline, no início do século 21]. *Přízeňský Lékařský Sborník*. 2009, Out;Supplementum(S82):149-55.

44. Sociedade Brasileira de Anatomia. *Terminologia anatômica internacional*. 1 ed. São Paulo: Manole; 2001.
45. Griep RB, Griep EB. Spinal cord perfusion and protection during descending thoracic and thoracoabdominal aortic surgery: The collateral network concept. *Ann Thorac Surg*. 2007, Fev;83(2):S865-9; discussion S890-2.
46. Czerny M, Eggebrecht H, Sodeck G, Verzini F, Cao P, Maritati G, et al. Mechanisms of symptomatic spinal cord ischemia after TEVAR: Insights from the european registry of endovascular aortic repair complications (eurec). *J Endovasc Ther*. 2012, Fev;19(1):37-43.
47. Griep R, Luozzo GD, Schray D, Stefanovic A, Geisbüsch S, Randall B RB. The anatomy of the spinal cord collateral circulation. *Annals of Cardiothoracic Surgery*. 2012;1(3):350-7.
48. Fried LC, Doppman JL, Di Chiro G. Venous phase in spinal cord angiography. *Acta Radiologica: Diagnosis*. 1971;11(4):393-401.
49. Forbes G, Nichols DA, Jack CR, Ilstrup DM, Kispert DB, Piepgras DG, et al. Complications of spinal cord arteriography: Prospective assessment of risk for diagnostic procedures. *Radiology*. 1988, Nov;169(2):479-84.
50. Kieffer E, Richard T, Chiras J, Godet G, Cormier E. Preoperative spinal cord arteriography in aneurysmal disease of the descending thoracic and thoracoabdominal aorta: Preliminary results in 45 patients. *Ann Vasc Surg*. 1989, Jan;3(1):34-46.

51. Fereshetian A, Kadir S, Kaufman SL, Mitchell SE, Murray RR, Kinnison ML, Williams GM. Digital subtraction spinal cord angiography in patients undergoing thoracic aneurysm surgery. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 1989;12(1):7-9.

52. Willinsky R, Lasjaunias P, Terbrugge K, Hurth M. Angiography in the investigation of spinal dural arteriovenous fistula. A protocol with application of the venous phase. *Neuroradiology*. 1990;32(2):114-6.

53. Williams GM, Perler BA, Burdick JF, Osterman FA, Mitchell S, Merine D, et al. Angiographic localization of spinal cord blood supply and its relationship to postoperative paraplegia. *J Vasc Surg*. 1991, Jan;13(1):23-33; discussion 33-5.

54. Heinemann MK, Brassel F, Herzog T, Dresler C, Becker H, Borst HG. The role of spinal angiography in operations on the thoracic aorta: Myth or reality? *Ann Thorac Surg*. 1998;65(2):346-51.

55. Chiesa R, Melissano G, Marrocco-Trischitta MM, Civilini E, Setacci F. Spinal cord ischemia after elective stent-graft repair of the thoracic aorta. *J Vasc Surg*. 2005, Jul;42(1):11-7.

56. Svensson LG, Klepp P, Hinder RA. Spinal cord anatomy of the baboon--comparison with man and implications for spinal cord blood flow during thoracic aortic cross-clamping. *S Afr J Surg*. 1986, Mar;24(1):32-4.

57. Kudo K, Terae S, Asano T, Oka M, Kaneko K, Ushikoshi S, Miyasaka K. Anterior spinal artery and artery of Adamkiewicz detected by using multi-detector row CT. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2003, Jan;24(1):13-7.

58. Uotani K, Yamada N, Kono AK, Taniguchi T, Sugimoto K, Fujii M, et al. Preoperative visualization of the artery of Adamkiewicz by intra-arterial CT angiography. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2008, Fev;29(2):314-8.

59. Schurink GW, Nijenhuis RJ, Backes WH, Mess W, de Haan MW, Mochtar B, Jacobs MJ. Assessment of spinal cord circulation and function in endovascular treatment of thoracic aortic aneurysms. *Ann Thorac Surg*. 2007, Fev;83(2):S877-81; discussion S890-2.

60. Yamada N, Okita Y, Minatoya K, Tagusari O, Ando M, Takamiya M, Kitamura S. Preoperative demonstration of the Adamkiewicz artery by magnetic resonance angiography in patients with descending or thoracoabdominal aortic aneurysms. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2000, Jul;18(1):104-11.

61. Kawaharada N, Morishita K, Fukada J, Yamada A, Muraki S, Hyodoh H, Abe T. Thoracoabdominal or descending aortic aneurysm repair after preoperative demonstration of the Adamkiewicz artery by magnetic resonance angiography. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2002, Jun;21(6):970-4.

62. Nojiri J, Matsumoto K, Kato A, Miho T, Furukawa K, Ohtsubo S, et al. The Adamkiewicz artery: Demonstration by intra-arterial computed tomographic angiography. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2007, Fev;31(2):249-55.

63. Nijenhuis RJ, Gerretsen S, Leiner T, Jacobs MJ, van Engelshoven JM, Backes WH. Comparison of 0.5-M gd-dtpa with 1.0-M gadobutrol for magnetic resonance angiography of the supplying arteries of the spinal cord in thoracoabdominal aortic aneurysm patients. *J Magn Reson Imaging*. 2005, Jul;22(1):136-44.

64. Hyodoh H, Shirase R, Akiba H, Tamakawa M, Hyodoh K, Yama N, et al. Double-subtraction maximum intensity projection MR angiography for detecting the artery of Adamkiewicz and differentiating it from the drainage vein. *J Magn Reson Imaging*. 2007, Ago;26(2):359-65.

65. Takase K, Sawamura Y, Igarashi K, Chiba Y, Haga K, Saito H, Takahashi S. Demonstration of the artery of Adamkiewicz at multi-detector row helical CT. *Radiology*. 2002, Abr;223(1):39-45.

66. Hyodoh H, Kawaharada N, Akiba H, Tamakawa M, Hyodoh K, Fukada J, et al. Usefulness of preoperative detection of artery of Adamkiewicz with dynamic contrast-enhanced MR angiography. *Radiology*. 2005, Set;236(3):1004-9.

67. Katz RC, Wilson L, Frazer N. Anxiety and its determinants in patients undergoing magnetic resonance imaging. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*. 1994;25(2):131-4.

68. Nishimura J, Lee J, Koike S, Kurihara H, Ozawa Y, Abe A, et al. Identification of the segmental artery feeding the anterior spinal artery: Correlation between helical CT and angiography. *Radiat Med*. 2005, Jun;23(4):271-6.

69. von Tengg-Kobligk H, Böckler D, Jose TM, Ganten M, Kotelis D, Nagel S, et al. Feeding arteries of the spinal cord at CT angiography before and after thoracic aortic endografting. *J Endovasc Ther*. 2007, Out;14(5):639-49.

70. Nakayama Y, Awai K, Yanaga Y, Nakaura T, Funama Y, Hirai T, Yamashita Y. Optimal contrast medium injection protocols for the depiction of

the Adamkiewicz artery using 64-detector CT angiography. *Clinical Radiology*. 2008.

71. Zhao S, Logan L, Schraedley P, Rubin GD. Multi-detector CT angiography for the assessment of anterior spinal artery and artery of Adamkiewicz patency in patients suspected of having thoracic aortic pathology. *Journal of Geriatric Cardiology*. 2006, Mar;3(1):52-6.

72. Ou P, Schmit P, Layouss W, Sidi D, Bonnet D, Brunelle F. CT angiography of the artery of Adamkiewicz with 64-section technology: First experience in children. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2007, Fev;28(2):216-9.

73. Ratib O, Rosset A. Open-source software in medical imaging: Development of OsiriX. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*. 2006;1(4):187-96.

74. Rosset A, Spadola L, Ratib O. OsiriX: An open-source software for navigating in multidimensional DICOM images. *J Digit Imaging*. 2004, Set;17(3):205-16.

75. Rosset A, Spadola L, Pysher L, Ratib O. Informatics in radiology (inforad): Navigating the fifth dimension: Innovative interface for multidimensional multimodality image navigation. *Radiographics*. 2006;26(1):299-308.

76. Rosset C, Rosset A, Ratib O. General consumer communication tools for improved image management and communication in medicine. *J Digit Imaging*. 2005, Dez;18(4):270-9.

77. Fattori R, Nienaber CA, Rousseau H, Beregi JP, Heijmen R, Grabenwöger M, et al. Results of endovascular repair of the thoracic aorta

with the talent thoracic stent graft: The talent thoracic retrospective registry. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2006, Ago;132(2):332-9.

78. Yingbin J, Jiefei M, Jian L, Yonghui S, Haiyan P, Baimeng Z, Weigoo F. Evaluation of the thoracic aortic dissection treated by endografts covering a longer distance of aorta according to the location of the Adamkiewicz artery. *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon.* 2013;61(07):569-74.

79. Murakami H, Kawahara N, Tomita K, Demura S, Kato S, Yoshioka K. Does interruption of the artery of Adamkiewicz during total en bloc spondylectomy affect neurologic function? *Spine (Phila Pa 1976).* 2010, Out 15;35(22):E1187-92.

80. Chang A. Programs for sample size estimation comparing proportions from 2 groups. Disponível em: http://www.stattools.net/SSiz2props_Pgm.php.

81. Machin D. *Sample size tables for clinical studies.* Oxford: Blackwell Science; 1997.

82. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* Lawrence Erlbaum; 1988.

83. Cohen J. A power primer. *Psychol Bull.* 1992, Jul;112(1):155-9.

84. Chow S-C, Shao J, Wang H. *Sample size calculations in clinical research.* Boca Raton: Chapman & Hall/CRC; 2008.

85. Nijenhuis RJ, Jacobs MJ, Jaspers K, Reinders M, Reijnders M, van Engelshoven JM, et al. Comparison of magnetic resonance with computed tomography angiography for preoperative localization of the

Adamkiewicz artery in thoracoabdominal aortic aneurysm patients. *J Vasc Surg.* 2007, Abr;45(4):677-85.

86. Utsunomiya D, Yamashita Y, Okumura S, Urata J. Demonstration of the Adamkiewicz artery in patients with descending or thoracoabdominal aortic aneurysm: Optimization of contrast-medium application for 64-detector-row CT angiography. *Eur Radiol.* 2008, Nov;18(11):2684-90.

87. Zhao SH, Logan L, Schraedley P, Rubin GD. Assessment of the anterior spinal artery and the artery of Adamkiewicz using multi-detector CT angiography. *Chin Med J (Engl).* 2009, Jan 20;122(2):145-9.

88. Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography: An increasing source of radiation exposure. *New England Journal of Medicine.* 2007;357(22):2277-84.

89. Toshiba's aquilion one helps diagnose stroke and cardiovascular conditions faster, more accurately in the ed. Disponível em: <http://medical.toshiba.com/news/press-releases/2011/09/14/1058/>. [citado 10 Out. 2012].

90. Sposito AC, Caramelli B, Fonseca FA, Bertolami MC, Afiune Neto A, Souza AD, et al. [IV brazilian guideline for dyslipidemia and atherosclerosis prevention: Department of atherosclerosis of brazilian society of cardiology]. *Arq Bras Cardiol.* 2007, Abr;88 Suppl 1:2-19.

91. Montgomery DH, Ververis JJ, McGorisk G, Frohwein S, Martin RP, Taylor WR. Natural history of severe atheromatous disease of the thoracic aorta: A transesophageal echocardiographic study. *Journal of the American College of Cardiology.* 1996;27(1):95-101.

92. Tunick PA, Kronzon I. Atheromas of the thoracic aorta: Clinical and therapeutic update. *Journal of the American College of Cardiology*. 2000;35(3):545-54.

93. Castañer E, Andreu M, Gallardo X, Mata JM, Cabezuelo MA, Pallardó Y. CT in nontraumatic acute thoracic aortic disease: Typical and atypical features and complications. *Radiographics*. 2003, Oct;23 Spec No:S93-110.

94. Sebastià C, Pallisa E, Quiroga S, Alvarez-Castells A, Dominguez R, Evangelista A. Aortic dissection: Diagnosis and follow-up with helical CT. *Radiographics*. 1999;19(1):45-60; quiz 149-50.

95. Amato ACM, Melissano G, Giovanni C, Civilini E, Civelli V, Calori G, et al. Finding Adamkiewicz Artery using Osirix. Disponível em: <http://vascular.cc/aka.html>. [citado 18 Dez. 2012].

96. Walker GA, Shostak J. *Common statistical methods for clinical research with SAS examples, third edition*. Cary, N.C.: SAS Pub.; 2010.

97. D'agostino RB, Belanger A, D'Agostino Jr RB. A suggestion for using powerful and informative tests of normality. *The American Statistician*. 1990;44(4):316-21.

98. Polasek W. Using R for data management, statistical analysis, and graphics by nicholas J. Horton, ken kleinman. *International Statistical Review*. 2011;79(2):284-5.

99. Gentleman R, Ihaka R. The R project for statistical computing; The R Project for Statistical Computing. Disponível em: <http://www.r-project.org/>.

100. Gao L, Wang L, Su B, Wang P, Ye J, Shen H. The vascular supply to the spinal cord and its relationship to anterior spine surgical approaches. *Spine J*. 2013, Abr 19.

101. Savader SJ, Williams GM, Trerotola SO, Perler BA, Wang MC, Venbrux AC, et al. Preoperative spinal artery localization and its relationship to postoperative neurologic complications. *Radiology*. 1993, Out;189(1):165-71.

102. Ou P, Schmit P, Layouss W, Sidi D, Bonnet D, Brunelle F. CT angiography of the artery of Adamkiewicz with 64-section technology: First experience in children. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2007, Fev;28(2):216-9.

103. Nijenhuis RJ, Mull M, Wilmink JT, Thron AK, Backes WH. MR angiography of the great anterior radiculomedullary artery (Adamkiewicz artery) validated by digital subtraction angiography. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2006, Ago;27(7):1565-72.

104. Nijenhuis RJ, Jacobs MJ, van Engelshoven JM, Backes WH. MR angiography of the Adamkiewicz artery and anterior radiculomedullary vein: Postmortem validation. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2006, Ago;27(7):1573-5.

105. Nijenhuis RJ, Jacobs MJ, Schurink GW, Kessels AG, van Engelshoven JM, Backes WH. Magnetic resonance angiography and neuromonitoring to assess spinal cord blood supply in thoracic and thoracoabdominal aortic aneurysm surgery. *J Vasc Surg*. 2007, Jan;45(1):71-7; discussion 77-8.

106. Nishii T, Kono AK, Negi N, Hashimura H, Uotani K, Okita Y, Sugimura K. The feasibility of a 64-slice MDCT for detection of the

Adamkiewicz artery: Comparison of the detection rate of intravenous injection CT angiography using a 64-slice MDCT versus intra-arterial and intravenous injection CT angiography using a 16-slice MDCT. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2013, Out 1.

107. Finucane MM, Stevens GA, Cowan MJ, Danaei G, Lin JK, Paciorek CJ, et al. National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: Systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9.1 million participants. *Lancet*. 2011, Fev 12;377(9765):557-67.

108. Nojiri J, Matsumoto K, Kato A, Miho T, Furukawa K, Ohtsubo S, et al. The Adamkiewicz artery: Demonstration by intra-arterial computed tomographic angiography. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2007, Fev;31(2):249-55.

109. Sakai O, Furuse M, Nakashima N, Takata Y, Ogawa C, Shinozaki T. Visualization of the spinal vessels on routine abdominal CT. *European Radiology*. 1994, Dez 1;4(6):545-8.

110. Backes WH, Nijenhuis RJ. Advances in spinal cord MR angiography. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2008, Abr;29(4):619-31.

111. Abd Allah F, Majidi S, Watanabe M, Chaudhry SA, Qureshi AI. Feasibility and validation of spinal cord vasculature imaging using high resolution ultrasound. *J Vasc Surg*. 2012, Set;56(3):637-43.

112. Sodickson A, Baeyens PF, Andriole KP, Prevedello LM, Nawfel RD, Hanson R, Khorasani R. Recurrent CT, cumulative radiation exposure, and associated radiation-induced cancer risks from CT of adults. *Radiology*. 2009, Abr;251(1):175-84.

113. Joseph PM, Ruth C. A method for simultaneous correction of spectrum hardening artifacts in CT images containing both bone and iodine. *Med Phys.* 1997, Out;24(10):1629-34.
114. Joseph PM, Spital RD. A method for correcting bone induced artifacts in computed tomography scanners. *J Comput Assist Tomogr.* 1978, Jan;2(1):100-8.
115. Goodenough DJ, Weaver KE, Costaridou H, Eerdmans H, Huysmans P. A new software correction approach to volume averaging artifacts in CT. *Comput Radiol.* 1986;10(2-3):87-98.
116. Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FG, TASC II Working Group. Inter-Society consensus for the management of peripheral arterial disease (TASC II). *J Vasc Surg.* 2007, Jan;45 Suppl S:S5-67.
117. Olijhoek JK, van der Graaf Y, Banga JD, Algra A, Rabelink TJ, Visseren FL, SMART Study Group. The metabolic syndrome is associated with advanced vascular damage in patients with coronary heart disease, stroke, peripheral arterial disease or abdominal aortic aneurysm. *Eur Heart J.* 2004, Fev;25(4):342-8.
118. Cramer GD, Darby SA. *Basic and clinical anatomy of the spine, spinal cord, and ANS.* St. Louis: Mosby; 1995.
119. Huda W, Ogden KM, Khorasani MR. Converting dose-length product to effective dose at CT. *Radiology.* 2008, Set;248(3):995-1003.

120. Van Unnik JG, Broerse JJ, Geleijns J, Jansen JT, Zoetelief J, Zweers D. Survey of CT techniques and absorbed dose in various dutch hospitals. *British Journal of Radiology*. 1997;70(832):367-71.